

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re

U.S. Application of: Jun MINAKUTI, Koichi KAMON and Masayuki
KUSUDA

For: IMAGE-SENSING APPARATUS

U.S. Serial No.: To Be Assigned

Confirmation No.: To Be Assigned

Filed: Concurrently

Group Art Unit: To Be Assigned

Examiner: To Be Assigned

MAIL STOP PATENT APPLICATION

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

EXPRESS MAIL MAILING LABEL NO.: EV 411784061 US
DATE OF DEPOSIT: FEBRUARY 6, 2004
I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the
United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee"
service under 37 C.F.R. § 1.10 on the date indicated above and is
addressed to MAIL STOP PATENT APPLICATION, Commissioner for
Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

DERRICK T. GORDON

Name of Person Mailing Paper or Fee


Signature

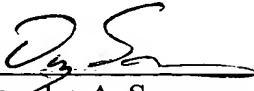
FEBRUARY 6, 2004
Date of Signature

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Patent Application No.
2003-316534, filed September 9, 2003.

Priority benefit under 35 U.S.C. § 119/365 for the Japanese patent application is
claimed for the above-identified United States patent application.

Respectfully submitted,

By: 
Douglas A. Sorensen
Reg. No. 31,570
Attorney for Applicants

DAS/lfb

SIDLEY AUSTIN BROWN & WOOD LLP
717 N. Harwood, Suite 3400
Dallas, Texas 75201
Direct: (214) 981-3482
Main: (214) 981-3300
Facsimile: (214) 981-3400

February 6, 2004

DAI 284254v1

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 9月 9日
Date of Application:

出願番号 特願2003-316534
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2003-316534]

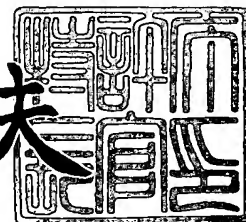
出願人 ミノルタ株式会社
Applicant(s):



2003年 9月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 TL04848
【提出日】 平成15年 9月 9日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H04N 01/40
H01L 27/14
H01L 31/10

【発明者】
【住所又は居所】 大阪市中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル ミノルタ
株式会社内
【氏名】 水口 淳

【発明者】
【住所又は居所】 大阪市中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル ミノルタ
株式会社内
【氏名】 掃部 幸一

【発明者】
【住所又は居所】 大阪市中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル ミノルタ
株式会社内
【氏名】 楠田 将之

【特許出願人】
【識別番号】 000006079
【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】
【識別番号】 100085501
【弁理士】
【氏名又は名称】 佐野 静夫

【選任した代理人】
【識別番号】 100111811
【弁理士】
【氏名又は名称】 山田 茂樹

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 024969
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9716119
【包括委任状番号】 0000030

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

出力信号が入射光量に対して第 1 の特性で変化する電気信号を出力する第 1 領域と出力信号が入射光量に対して前記第 1 の特性と異なる第 2 の特性で変化する電気信号を出力する第 2 領域とを含む光電変換特性を示す画素を備えるとともに複数種類の色フィルタが設けられた固体撮像素子と、該固体撮像素子から出力される前記色フィルタの種類毎の色信号に対してホワイトバランス処理を行うホワイトバランス回路と、を備える撮像装置において、

前記ホワイトバランス回路は、入力される色信号のレベルに対して、各色信号間のずれが補正された信号レベルを出力データとして与える第 1 ルックアップテーブルを備え、該第 1 ルックアップテーブルは前記第 1 及び第 2 の特性の両特性に対応づけられていることを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記第 1 の特性は、入射光量に対する線形的な変化であることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記第 2 の特性は、入射光量に対する自然対数的な変化であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記複数種類の色信号の 1 つを基準となる第 1 色信号とし、該基準色信号以外の色信号を第 2 色信号としたとき、

前記第 1 ルックアップテーブルは、

前記第 2 色信号の信号レベルを入力アドレスとし、前記第 2 色信号における光電変換特性を前記第 1 色信号の光電変換特性に変換した際の信号レベルを該入力アドレスに対する出力データとするものであることを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 のいずれかに記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記ホワイトバランス回路が、前記第 1 色信号の信号レベルを入力アドレスとし、階調変換処理が行われた信号レベルを前記入力アドレスに対する出力データとする第 2 ルックアップテーブルを備えるとともに、

前記第 1 ルックアップテーブルが、前記第 2 色信号における光電変換特性を前記第 1 色信号の光電変換特性に変換し且つ階調変換処理が行われた信号レベルを、前記入力アドレスに対する出力データとすることを特徴とする請求項 4 に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記ホワイトバランス回路が、前記第 1 色信号の信号レベルを入力アドレスとし、ゲイン調整処理が行われた信号レベルを前記入力アドレスに対する出力データとする第 3 ルックアップテーブルを備えるとともに、

前記第 1 ルックアップテーブルが、前記第 2 色信号における光電変換特性を前記第 1 色信号の光電変換特性に変換し且つゲイン調整処理が行われた信号レベルを、前記入力アドレスに対する出力データとすることを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記第 1 色信号の光電変換特性と前記第 2 色信号の光電変換特性との関係を表す評価値を、前記第 2 色信号の種類毎に、前記固体撮像素子から入力される前記第 1 色信号及び前記第 2 色信号の信号レベルの関係より検出する評価値検出回路を備え、

前記第 1 ルックアップテーブルが、前記評価値と前記第 1 色信号の光電変換特性とに基づいて生成されることを特徴とする請求項 4 ～請求項 6 のいずれかに記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記評価値検出回路において、前記第 2 色信号の種類毎に、前記固体撮像素子から与えられる前記第 1 色信号及び前記第 2 色信号それぞれの平均値の関係に基づいて、前記評価

値が求められることを特徴とする請求項 7 に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記評価値検出回路において、

前記第 2 色信号の種類毎に、

前記固体撮像素子から与えられた入射光量に対して前記第 1 の特性で変化した前記第 1 色信号及び前記第 2 色信号それぞれの平均値の関係に基づいて、第 1 評価値が求められるとともに、

前記固体撮像素子から与えられた入射光量に対して前記第 2 の特性で変化した前記第 1 色信号及び前記第 2 色信号それぞれの平均値の関係に基づいて、第 2 評価値が求められ、

前記第 1 評価値及び前記第 2 評価値を加重加算することで、前記第 1 色信号の光電変換特性と前記第 2 色信号の光電変換特性との関係を表す評価値を求めることを特徴とする請求項 7 に記載の撮像装置。

【請求項 1 0】

入射光量に対して前記第 1 の特性で変化する信号を出力する画素数と、入射光量に対して前記第 2 の特性で変化する信号を出力する画素数との関係に基づいて、前記加重加算における重み係数を設定することを特徴とする請求項 9 に記載の撮像装置。

【請求項 1 1】

前記第 1 色信号の光電変換特性を、前記固体撮像素子のダイナミックレンジに基づいて決定するとともに、

前記第 2 色信号の光電変換特性を、前記第 1 色信号の光電変換特性と前記評価値に基づいて決定することを特徴とする請求項 7 ～請求項 1 0 のいずれかに記載の撮像装置。

【請求項 1 2】

前記第 2 色信号の光電変換特性に基づいて前記第 2 色信号の信号レベルそれぞれに対する輝度値を求めた後、求められた当該各輝度値に対する信号レベルを前記第 1 色信号の光電変換特性に基づいて求めて前記入力アドレスに対する出力データとすることで、前記第 1 ルックアップテーブルを生成することを特徴とする請求項 4 ～請求項 1 1 のいずれかに記載の撮像装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】撮像装置

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、複数種類の色フィルタを備えて色信号を出力する固体撮像素子を有し、カラー画像を撮像する撮像装置に関するもので、特に、色信号のホワイトバランス処理を施す撮像装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、入射光量に対して線形変換する線形変換動作を行う固体撮像素子においては、そのダイナミックレンジが2桁と狭いため、広い輝度範囲の輝度分布を構成する被写体を撮像したときは、ダイナミックレンジ以外の範囲の輝度情報は出力されない。又、従来の固体撮像装置として、入射光量に対して対数変換する対数変換動作を行うものがある（特許文献1参照）。この固体撮像素子においては、そのダイナミックレンジが5～6桁と広いため、少々広い輝度範囲の輝度分布を構成する被写体を撮像しても、輝度分布内の全輝度情報を電気信号に変換して出力することができる。しかしながら、被写体の輝度分布に対してその撮像可能領域が広がるので、撮像可能領域内の低輝度領域又は高輝度領域において、輝度データの無い領域ができてしまう。これらに対して、本出願人は、上述の線形変換動作と対数変換動作とを切り換えることが可能なものを提案している（特許文献2参照）。

【0 0 0 3】

又、これらの固体撮像素子を備える撮像装置において、色フィルタを設けることでカラー画像が撮像されるとき、撮影時の光源の分光分布や色フィルタの透過率が異なるために、各色信号の光電変換特性が異なるものとなる。よって、このようなカラー画像を撮像する撮像装置において、この各色信号の光電変換特性を一致させるためのホワイトバランス処理が施される。そこで、本出願人は、対数変換動作を行う固体撮像素子を備えた撮像装置において、色温度検出回路で検出した色温度に基づいてホワイトバランス処理回路でホワイトバランス処理を施す撮像装置を提案している（特許文献3参照）。又、本出願人は、対数変換動作を行う固体撮像素子を備えた撮像装置において、AD変換器においてAD変換する際にオフセット電圧を切り換えることでホワイトバランス処理を施す撮像装置を提案している（特許文献4参照）。

【特許文献1】特開平11-313257号公報

【特許文献2】特開2002-77733号公報

【特許文献3】特開2002-10275号公報

【特許文献4】特開2002-290980号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

しかしながら、特許文献3及び特許文献4における撮像装置では、対数変換特性のみによる光電変換動作を行う固体撮像素子から出力される画像信号をホワイトバランス補正することに対しては有効であるが、線形変換特性による光電変換動作を行う固体撮像素子については、ホワイトバランスをとることができない。そのため、特許文献2のように対数変換特性及び線形変換特性を自動的に切り換えることが可能な固体撮像素子を用いた場合、従来のホワイトバランス処理のように乗除算又は加減算のみのホワイトバランス処理では、十分にホワイトバランスをとることができない。

【0 0 0 5】

このような問題を鑑みて、本発明は、その光電変換特性において互いに特性の異なる複数の領域が含まれる固体撮像素子を備えるとき、いずれの特性により出力される信号に対しても正確にホワイトバランス処理を行うことができる撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明の撮像装置は、出力信号が入射光量に対して第1の特性で変化する第1領域と出力信号が入射光量に対して前記第1の特性とは異なる第2の特性で変化する電気信号を出力する第2領域とを含む光電変換特性を示す画素を備えるとともに複数種類の色フィルタが設けられた固体撮像素子と、該固体撮像素子から出力される前記色フィルタの種類毎の色信号に対してホワイトバランス処理を行うホワイトバランス回路と、を備える撮像装置において、前記ホワイトバランス回路は、入力される色信号のレベルに対して、各色信号間のずれが補正された信号レベルを出力データとして与える第1ルックアップテーブルを備え、該第1ルックアップテーブルは前記第1及び第2の特性の両特性に対応づけられていることを特徴とする。

【0007】

このような撮像装置において、複数種類の前記色信号が前記固体撮像素子より出力されたとき、前記ホワイトバランス回路において、第1ルックアップテーブルを参照して、第1及び第2の両方の特性に対応づけられ、且つ、各色信号間のずれが補正された信号レベルを出力データとして得る。そして、この信号レベルをホワイトバランス処理後の信号レベルとして後段の回路に出力する。

【0008】

前記第1の特性は、例えば、入射光量に対する線形的な変化であり、前記第2の特性は、例えば、入射光量に対する自然対数的な変化である。

【0009】

前記複数種類の色信号の1つを基準となる第1色信号とし、該基準色信号以外の色信号を第2色信号としたとき、前記第1ルックアップテーブルは、前記第2色信号の信号レベルを入力アドレスとし、前記第2色信号における光電変換特性を前記第1色信号の光電変換特性に変換した際の信号レベルを該入力アドレスに対する出力データとするものとすることができる。

【0010】

又、前記ホワイトバランス回路が、前記第1色信号の信号レベルを入力アドレスとし、階調変換処理が行われた信号レベルを前記入力アドレスに対する出力データとする第2ルックアップテーブルを備えるとともに、前記第1ルックアップテーブルが、前記第2色信号における光電変換特性を前記第1色信号の光電変換特性に変換し且つ階調変換処理が行われた信号レベルを、前記入力アドレスのデータとするものとして、ホワイトバランス処理とともに、 γ 特性などの再生出力する再生出力装置における階調特性に変換する階調変換処理を施すものとしても構わない。

【0011】

又、前記ホワイトバランス回路が、前記第1色信号の信号レベルを入力アドレスとし、ゲイン調整処理が行われた信号レベルを前記入力アドレスに対する出力データとする第3ルックアップテーブルを備えるとともに、前記第1ルックアップテーブルが、前記第2色信号における光電変換特性を前記第1色信号の光電変換特性に変換しゲイン調整処理が行われた信号レベルを、前記入力アドレスのデータとするものとして、ホワイトバランス処理とともに、ゲイン調整処理を施すものとしても構わない。

【0012】

これらの撮像装置において、前記第1色信号の光電変換特性と前記第2色信号の光電変換特性との関係を表す評価値を、前記第2色信号の種類毎に、前記固体撮像素子から入力される前記第1色信号及び前記第2色信号の信号レベルの関係より検出する評価値検出回路を備え、前記第1ルックアップテーブルが、前記評価値と前記第1色信号の光電変換特性に基づいて生成されるようにしても構わない。当該評価値を、前記第1色信号及び前記第2色信号の光電変換特性において、前記第1の特性で変化する領域と前記第2の特性で変化する領域との境界となる輝度値の差によるものとすることができる。

【0013】

又、前記評価値検出回路において、前記第 2 色信号の種類毎に、前記固体撮像素子から与えられる前記第 1 色信号及び前記第 2 色信号それぞれの平均値との関係に基づいて、前記評価値が求められるようにすることができる。このとき、前記第 1 色信号及び前記第 2 色信号それぞれの平均値に対する輝度値が等しいものとするようにしても構わない。

【0014】

又、前記評価値検出回路において、前記第 2 色信号の種類毎に、前記固体撮像素子から与えられた入射光量に対して前記第 1 の特性で変化した前記第 1 色信号及び前記第 2 色信号それぞれの平均値の関係に基づいて、第 1 評価値が求められるとともに、前記固体撮像素子から与えられた入射光量に対して前記第 2 の特性で変化した前記第 1 色信号及び前記第 2 色信号それぞれの平均値の関係に基づいて、第 2 評価値が求められ、前記第 1 評価値及び前記第 2 評価値を加重加算することで、前記第 1 色信号の光電変換特性と前記第 2 色信号の光電変換特性の関係を表す評価値を求めるようにしても構わない。このとき、前記第 1 評価値及び前記第 2 評価値それぞれを求める際の前記第 1 色信号及び前記第 2 色信号それぞれの平均値に対する輝度値が等しいものとするようにしても構わない。

【0015】

このように前記第 1 評価値及び前記第 2 評価値を加重加算して前記評価値を求める際、外部より重み係数が設定されるものとしても構わない。又、入射光量に対して前記第 1 の特性で変化した信号を出力する画素数と、入射光量に対して前記第 2 の特性で変化した信号を出力する画素数との関係に基づいて、前記加重加算における重み係数を設定するものとしても構わない。このとき、前記色信号の種類毎に前記重み係数を設定するものとしても構わない。又、オートフォーカス機能により検出した主被写体を中心とする領域における入射光量に対して前記第 1 の特性で変化した信号を出力する画素数と、入射光量に対して前記第 2 の特性で変化した信号を出力する画素数との関係に基づいて、前記重み係数を設定するものとしても構わない。

【0016】

上述の撮像装置において、前記色信号それぞれに対して、前記固体撮像素子のダイナミックレンジにより決定する前記第 1 領域と前記第 2 領域との境界となる信号レベルが一定であり、前記第 1 領域と前記第 2 領域の境界となる信号レベルに基づいて、入射光量に対して前記第 1 の特性で変化した信号と入射光量に対して前記第 2 の特性で変化した信号とを識別することができる。

【0017】

又、前記第 2 色信号の光電変換特性を、前記第 1 色信号の光電変換特性と前記評価値に基づいて決定するようにしても構わない。

【0018】

上述の撮像装置において、前記第 2 色信号の光電変換特性に基づいて前記第 2 色信号の信号レベルそれぞれに対する輝度値を求めた後、求められた当該各輝度値に対する信号レベルを前記第 1 色信号の光電変換特性に基づいて求めて前記入力アドレスに対する出力データとすることで、前記第 1 ルックアップテーブルを生成することができる。

【0019】

前記第 1 色信号の光電変換特性をメモリ内に複数種類格納し、設定した前記固体撮像素子のダイナミックレンジに基づいて前記第 1 色信号の光電変換特性を前記メモリより読み出して使用するものとしても構わない。このとき、前記メモリに格納された前記第 1 色信号の光電変換特性の種類に応じて、前記固体撮像素子のダイナミックレンジが離散的に設定されるものとしても構わない。又、前記固体撮像素子のダイナミックレンジが連続的に設定されるとき、設定された当該ダイナミックレンジの前後のダイナミックレンジに相当する前記第 1 色信号の光電変換特性に基づき、設定された当該ダイナミックレンジに対する前記第 1 色信号の光電変換特性を設定するものとしても構わない。

【0020】

前記固体撮像素子が、画素毎に複数種類の色フィルタが設けられた単板の固体撮像素子であっても構わないし、複数の色フィルタ毎に設けられた複数の撮像素子よりなる複数板

の固体撮像素子であっても構わない。

【発明の効果】

【0021】

本発明によると、ルックアップテーブルを用いることによって、光電変換特性において互いに特性の異なる複数の領域が含まれる固体撮像素子から出力される色信号に対して、簡単な構成で正確にホワイトバランス処理を行うことができる。又、評価値検出回路を設けることによって、各色信号の関係を確認することができる各色信号に対する評価値を検出することができる。よって、ルックアップテーブルに対して設定するパラメータを、検出値と基準となる色信号の光電変換特性により容易に求めることができる。

【0022】

又、入射光量に対して第1の特性で変化した色信号と入射光量に対して第2の特性で変化した色信号とのそれぞれに対して評価値を求めた後、これらの評価値を加加重算することで、各色信号の評価値を設定することで、より高精度な評価値を得ることができる。よって、ルックアップテーブルに対して設定するパラメータをより高精度なものとすることができる。更に、入射光量に対して第1の特性で変化した信号を出力する画素数と、入射光量に対して第2の特性で変化した信号を出力する画素数との関係に基づいて、前記加重加算における重み係数を設定するため、ルックアップテーブルに対して設定するパラメータを撮像した被写体の輝度分布に応じたものとするることができる。よって、撮像した被写体の輝度分布に応じたホワイトバランス処理を施すことができる。

【0023】

更に、ルックアップテーブルのパラメータを、階調変換処理するための成分を含めたパラメータとすることにより、ホワイトバランス回路で各色信号に対してホワイトバランス処理を施すとともに階調変換処理を施すことができる。又、ルックアップテーブルを、ゲイン調整処理するための成分を含めたものとするることにより、ホワイトバランス回路で各色信号に対してホワイトバランス処理を施すとともにゲイン調整処理を施すことができる。これらのことより、ホワイトバランス回路において、階調変換処理又はゲイン調整処理を同時に行うことができるので、新たに階調変換処理及びゲイン調整処理を施すための回路を省略することができる。よって、処理速度の高速化及び装置構成の簡略化を可能とする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

＜撮像装置の構成＞

本発明の実施形態である撮像装置の構成について、図1を参照して説明する。図1は、撮像装置の内部構成を示すブロック図である。

【0025】

図1の撮像装置は、複数のレンズから構成される光学系1と、光学系1を通じて入射される光の入射光量を電気信号に変換する固体撮像素子2と、固体撮像素子2から出力される電気信号を増幅するアンプ3と、アンプ3で増幅された電気信号をデジタル信号に変換するAD変換回路4と、AD変換回路4からのデジタル信号の最低レベルを設定する黒基準補正回路5と、黒基準補正回路5で黒基準値により補正されたデジタル信号が固体撮像素子2の各画素の感度などによるFPN（固定パターンノイズ：Fixed Pattern Noise）を除去するFPN補正回路6と、FPN補正回路6でFPN除去されたデジタル信号より自動露出制御（AE）及びホワイトバランス（WB）を行うためのそれぞれの評価値を検出するAE・WB評価値検出回路7と、FPN補正回路6でFPN除去されたデジタル信号について色バランスがとれるように各色信号毎に補正を行うWB制御回路8と、WB制御回路8から出力される隣接する複数の画素の色信号に基づいて各色信号の補間を行う色補間回路9と、色補間回路9から出力される各色信号を他の色信号により色合いを各画素毎に補正する色補正回路10と、色補正回路10から出力されるデジタル信号の階調変換を行う階調変換回路11と、階調変換回路11から出力されるデジタル信号についてエッジ強調などの処理を施すコアリング回路12と、各ブロックの制御を行う全体制御部13

と、光学系 1 に備えられる絞り 1 a による露光量を制御する絞り制御部 1 4 と、固体撮像素子 2 及び A/D 変換回路 4 に動作タイミング用のクロックを与えるタイミング生成回路 1 5 と、を備える。

【0026】

このように構成される撮像装置においては、光学系 1 を介して光が各画素毎に異なる色フィルタを備えた固体撮像素子 2 に入射されると、各画素において光電変換動作が行われ、各画素毎に異なる色信号となるアナログ信号が出力される。即ち、図 2 のように、RGB によるベイヤ型配列となる色フィルタが固体撮像素子 2 に設けられるとき、R となる色フィルタが設けられた画素からは赤色を表す R 信号が、G となる色フィルタが設けられた画素からは緑色を表す G 信号が、B となる色フィルタが設けられた画素からは青色を表す B 信号が、それぞれ出力される。尚、固体撮像素子 2 は、後述するように、全体制御部 1 3 によって駆動条件が変更されることにより、線形変換動作と対数変換動作とが切り替わる輝度位置が変更される。これによって、固体撮像素子 2 のダイナミックレンジを変化する。切換点が高輝度側になるほどダイナミックレンジが広がる。

【0027】

この固体撮像素子 2 からシリアルに出力される R 信号及び G 信号及び B 信号が、アンプ 3 において増幅された後、A/D 変換回路 4 においてデジタル信号に変換される。このようにデジタル信号に変換された R 信号及び G 信号及び B 信号が黒基準補正回路 5 に与えられると、全体制御部 1 3 から与えられるダイナミックレンジの大きさに関する情報であるダイナミックレンジデータに基づいて、最低輝度値となる黒レベルが基準値 (0) に補正される。即ち、固体撮像素子 2 のダイナミックレンジによって黒レベルが異なるため、A/D 変換回路 4 から出力される R 信号及び G 信号及び B 信号それぞれの信号レベルに対して、黒レベルとなる信号レベルが減算されることで、基準値補正が行われる。

【0028】

この黒基準補正が行われた R 信号及び G 信号及び B 信号は、F/P/N 補正回路 6 において格納している F/P/N 成分を減算することによって、F/P/N 成分が除去される。この F/P/N 成分は、固体撮像素子 2 内の各画素を構成する MOS トランジスタの閾値バラツキなどが原因となって生じるオフセットバラツキである。尚、この F/P/N 成分を抽出する際、RGB 信号それぞれについて、均一光照射時に固体撮像素子 2 から出力される各画素に対する画像信号から色フィルタの透過率の差異に基づくオフセットを減算する。このとき、このような各色フィルタの透過率に基づくオフセットを、均一光照射時の RGB 信号それぞれの平均値により求めるものとし、この平均値を均一光照射時の RGB 信号から減算することで、各画素の F/P/N 成分を抽出するものとしても構わない。このように F/P/N 成分が除去された R 信号及び G 信号及び B 信号が、A/E・WB 評価値検出回路 7 及び WB 制御回路 8 に与えられる。

【0029】

A/E・WB 評価値検出回路 7 では、与えられた R 信号及び G 信号及び B 信号より成る画像信号の輝度値を確認することにより、被写体の輝度範囲を表す輝度の平均値分布範囲を算出し、露光量を設定する A/E 評価値として全体制御部 1 3 に送出する。この A/E 評価値に基づいて全体制御部 1 3 が絞り 1 a の開口度を制御することで、露光量が制御される。又、A/E・WB 評価値検出回路 7 では、与えられた R 信号及び G 信号及び B 信号よりそれぞれの輝度比及び輝度差を確認し、ホワイトバランスを行うための基準値である WB 評価値を算出し、全体制御部 1 3 に送出する。そして、WB 制御回路 8 では、全体制御部 1 3 より与えられる WB 評価値及びダイナミックレンジデータに基づいて、R 信号及び G 信号及び B 信号が、同一の光電変換特性となるようにホワイトバランス処理が施される。この A/E・WB 評価値検出回路 7 及び WB 制御回路 8 の詳細については後述する。

【0030】

WB 制御回路 8 でホワイトバランス処理が施された R 信号及び G 信号及び B 信号は、色補間回路 9 において色補間処理が施される。図 2 のような RGB によるベイヤ型配列となる色フィルタが固体撮像素子 2 に設けられているとき、各画素から出力される色信号は、

その画素が設けられる色フィルタによる色信号のみである。よって、色補間回路 9 において、他の色信号が隣接する画素の色信号により生成されることで、色補間処理が施される。

【0031】

そして、RGBそれぞれの色フィルタが各画素G11～G44に図2のように配列されているとき、画素G11、G31、G13、G33からR信号r11、r31、r13、r33が、画素G21、G41、G12、G32、G23、G43、G14、G34からG信号g21、g41、g12、g32、g23、g43、g14、g34が、画素G22、G42、G24、G44からB信号b22、b42、b24、b44が、出力される。このとき、画素G22、G23、G32、G33のRGB信号が、以下の式のように表される。

【0032】

画素G22のR信号r22、G信号g22、B信号b22

$$r22 = (r11 + r31 + r13 + r33) / 4$$

$$g22 = (g21 + g12 + g32 + g23) / 4$$

$$b22 = b22$$

画素G32のR信号r32、G信号g32、B信号b32

$$r32 = (r31 + r33) / 2$$

$$g32 = g32$$

$$b32 = (b22 + b42) / 2$$

画素G23のR信号r23、G信号g23、B信号b23

$$r23 = (r13 + r33) / 2$$

$$g23 = g23$$

$$b23 = (b22 + b24) / 2$$

画素G33のR信号r33、G信号g33、B信号b33

$$r33 = r33$$

$$g33 = (g32 + g23 + g43 + g34) / 4$$

$$b33 = (b22 + b42 + b24 + b44) / 4$$

【0033】

このように色補間処理を行うことで、各画素毎にRGB信号が得られると、各画素のRGB信号が色補正回路10に与えられ、各画素の色合いを強調するための色補正処理が施される。このとき、RGB信号はそれぞれ、他の色信号の値により色補正が施される。即ち、画素GklのRGB信号rkl、gkl、bklを以下の式に代入することによって、色合い補正が施された画素GklのRGB信号rxkl、gxkl、bxklが生成される。この際、a1～a3、b1～b3、c1～c3によるマトリックス係数が、全体制御部13から入力されるダイナミックレンジ制御信号に基づいて切り換えられて、各画素のRGB信号による色合いが強調される。

【0034】

$$rxkl = a1 \times rkl + a2 \times gkl + a3 \times bkl$$

$$gxkl = b1 \times rkl + b2 \times gkl + b3 \times bkl$$

$$bxkl = c1 \times rkl + c2 \times gkl + c3 \times bkl$$

【0035】

色補正回路10で色補正が施されたRGB信号は、階調変換回路11に与えられて、適切な出力レベルとなるように、全体制御部13から入力されるダイナミックレンジ制御信号及びA/E評価値に基づいて、γカーブに基づく変化やデジタルゲインの変化により階調特性を変化させる。そして、エッジ成分に対して図3に示すように基準信号レベルからみて所定範囲内の出力をすべて基準信号レベルに変換するレベル変換特性を備えるコアリング回路12において、RGB信号それぞれに重畳したノイズ成分が除去されるとともに、エッジ成分が抽出されてエッジ強調処理が施される。

【0036】

<固体撮像素子の構成例>

図1のように構成される撮像装置における固体撮像素子2の構成について、図面を参照して説明する。図4は、本例の固体撮像素子の一部の構成を概略的に示すブロック図であり、図5は、各画素の構成を示す回路図である。

【0037】

固体撮像素子2は、図4に示すように、 $G_{11} \sim G_{mn}$ は行列配置（マトリクス配置）された画素を示している。21は垂直走査回路であり、各画素に信号 ϕV を与える行（ライン）23-1, 23-2, ..., 23-nを順次走査していくとともに、ライン24-1, 24-2, ..., 24-nを介して各画素に信号 ϕVD を、ライン25-1, 25-2, ..., 25-nを介して各画素に信号 ϕVPS を、それぞれ与える。22は水平走査回路であり、画素から出力信号線26-1, 26-2, ..., 26-mに導出された光電変換信号を画素ごとに水平方向に順次読み出す。20は電源ラインである。各画素に対し、上記ライン23-1~23-n, 24-1~24-n, 25-1~25-nや出力信号線26-1~26-m、電源ライン20だけでなく、他のライン（例えば、クロックラインやバイアス供給ライン等）も接続されるが、図4ではこれらについて省略する。

【0038】

又、出力信号線26-1~26-mのそれぞれには、定電流源27-1~27-mが接続されるとともに、信号線26-1~26-mのそれぞれを介して与えられる画素 $G_{11} \sim G_{mn}$ から与えられる画像信号とノイズ信号をサンプルホールドする選択回路28-1~28-mが設けられる。そして、補正回路29に選択回路28-1~28-mから画像信号及びノイズ信号が順に送出されると、この補正回路29で補正処理が行われて、ノイズ除去された画像信号が外部に出力される。尚、定電流源27-1~27-mの一端に直流電圧VPSが印加される。

【0039】

このような固体撮像素子において、画素 G_{ab} （ $a: 1 \leq a \leq m$ の自然数、 $b: 1 \leq b \leq n$ の自然数）からの出力となる画像信号及びノイズ信号が、それぞれ、出力信号線26-aを介して出力されるとともに、この出力信号線26-aに接続された定電流源27-aによって増幅される。そして、画素 G_{ab} から出力された画像信号及びノイズ信号が順番に選択回路28-aに送出されるとともに、この選択回路28-aにおいて、送出された画像信号及びノイズ信号がサンプルホールドされる。その後、選択回路28-aより、サンプルホールドされた画像信号が補正回路29に送出された後、同じくサンプルホールドされたノイズ信号が補正回路29に送出される。補正回路29では、選択回路28-aより与えられた画像信号を、同じく選択回路28-aより与えられたノイズ信号に基づいて補正処理して、ノイズ除去した画像信号をアンプ3に出力する。

【0040】

このような構成の固体撮像素子2において、画素 $G_{11} \sim G_{mn}$ は、図5に示すように、カソードに直流電圧VPDが印加されたフォトダイオードPDのアノードにMOSトランジスタT1のドレインが接続され、MOSトランジスタT1のソースにMOSトランジスタT2のゲート及びドレインとMOSトランジスタT3のゲートが接続される。又、MOSトランジスタT3のソースにMOSトランジスタT4のゲート及びMOSトランジスタT5のドレインが接続され、MOSトランジスタT4のソースにMOSトランジスタT6のドレインが接続される。そして、MOSトランジスタT6のドレインが出力信号線26（図4の出力信号線26-1~26-mに相当する）に接続される。尚、MOSトランジスタT1~T6は、PチャンネルのMOSトランジスタである。

【0041】

MOSトランジスタT2のソースにはライン25（図4のライン25-1~25-nに相当する）を介して信号 ϕVPS が入力され、MOSトランジスタT3, T4のドレインに直流電圧VPDが印加される。又、MOSトランジスタT3のソースには、その一端にライン24（図4のライン24-1~24-nに相当する）を介して信号 ϕVD が与えられるキャパシタCの他端が接続される。又、MOSトランジスタT5のソースには直流電圧VRGが入力され、そのゲートに信号 ϕRS が入力される。更に、MOSトランジスタT1,

T6のゲートにはそれぞれ、信号 ϕS 、 ϕV が入力される。

【0042】

尚、信号 ϕVPS は2値の電圧信号で、入射光量が所定値を超えたときにMOSトランジスタT2をサブスレッショルド領域で動作させるための電圧をVLとし、又、この電圧よりも高くMOSトランジスタT2を導通状態にする電圧をVHとする。又、信号 ϕVD は、3値の電圧信号であり、キャパシタCを積分動作させる際の電圧値を最も高いVhとし、画像信号読み出し時の電圧値をVhよりも低いVmとし、ノイズ信号読み出し時の電圧値をVmよりも低いVlとする。

【0043】

このように構成される固体撮像素子2における画素G11～Gmnの動作について、図6のタイムチャートを参照して説明する。まず、電圧値Vmのパルス信号 ϕVD とパルス信号 ϕV が与えられて画像信号が出力されると、信号 ϕVD をVhとした後、信号 ϕS をハイにしてMOSトランジスタT1をOFFにして、リセット動作が始まる。次に、MOSトランジスタT2のソースに与える信号 ϕVPS をVHにして、MOSトランジスタT2のソース電圧を高くすることで、MOSトランジスタT2のゲート及びドレイン、そしてMOSトランジスタT3のゲートに蓄積された負の電荷が速やかに再結合される。このとき、信号 ϕRS をローとして、MOSトランジスタT5をONにして、キャパシタCとMOSトランジスタT4のゲートとの接続ノードの電圧を初期化する。

【0044】

そして、MOSトランジスタT2のソースに与える信号 ϕVPS をVLにして、MOSトランジスタT2のポテンシャル状態を基の状態に戻した後、信号 ϕRS をハイにして、MOSトランジスタT5をOFFにする。その後、キャパシタCが積分動作を行って、キャパシタCとMOSトランジスタT4のゲートとの接続ノードの電圧が、リセットされたMOSトランジスタT2のゲート電圧に応じたものとなる。そして、パルス信号 ϕV をMOSトランジスタT6のゲートに与えてMOSトランジスタT6をONにするとともに信号 ϕVD の電圧値をVlにする。このとき、MOSトランジスタT4がソースフォロワ型のMOSトランジスタとして動作するため、出力信号線26にはノイズ信号が電圧信号として現れる。その後、再び、パルス信号 ϕRS をMOSトランジスタT5に与えて、キャパシタCとMOSトランジスタT4のゲートとの接続ノードの電圧をリセットした後、信号 ϕS をローにしてMOSトランジスタT1を導通させて撮像動作が行える状態にする。

【0045】

このようにノイズ信号が出力された後、MOSトランジスタT1がONとされると、撮像動作が開始される。このとき、信号 ϕRS をハイとして、MOSトランジスタT5をOFFとする。又、MOSトランジスタT2のソースに与える信号 ϕVPS をVLとするとともに、キャパシタCに与える信号 ϕVD の電圧値をVhとして、積分動作を行うようにする。そして、フォトダイオードPDより入射光量に応じた光電荷がMOSトランジスタT2に流れ込むと、MOSトランジスタT2はカットオフ状態であるので、光電荷がMOSトランジスタT2のゲートに蓄積される。

【0046】

よって、撮像する被写体の輝度が低くフォトダイオードPDに入射される入射光量が少ない場合は、MOSトランジスタT2のゲートに蓄積された光電荷量に応じた電圧がMOSトランジスタT2のゲートに現れるため、入射光量の積分値に対して線形的に変化する電圧がMOSトランジスタT3のゲートに現れる。又、撮像する被写体の輝度が高くフォトダイオードPDに入射される入射光量が多く、MOSトランジスタT2のゲートに蓄積された光電荷量に応じた電圧が高くなると、MOSトランジスタT2がサブスレッショルド領域で動作を行うため、入射光量に対して自然対数的に変化する電圧がMOSトランジスタT3のゲートに現れる。

【0047】

この入射光量に対して線形的に又は自然対数的に変化する電圧がMOSトランジスタT3で電流増幅されたドレイン電流がキャパシタCから流れるため、MOSトランジスタT

4 のゲート電圧が、入射光量の積分値に対して線形的又は自然対数的に変化する電圧となる。そして、信号 ϕ VD の電圧値を V_m とするとともに、MOS トランジスタ T 6 にパルス信号 ϕ V を与えることで、MOS トランジスタ T 4 のゲート電圧に応じたソース電流が、MOS トランジスタ T 6 を介して出力信号線 6 へ流れる。このとき、MOS トランジスタ T 4 がソースフォロワ型の MOS トランジスタとして動作するため、出力信号線 6 には画像信号が電圧信号として現れる。その後、信号 ϕ V をハイにして MOS トランジスタ T 6 を OFF にするとともに、信号 ϕ VD の電圧値を V_h とする。

【0048】

このように動作するとき、撮像時の信号 ϕ VPS の電圧値 V_L が低くなり、リセット時の信号 ϕ VPS の電圧値 V_H との差を大きくするほど、MOS トランジスタ T 2 のゲート・ソース間のポテンシャルの差が大きくなり、MOS トランジスタ T 2 がカットオフ状態で動作する被写体輝度の割合が大きくなる。よって、図 7 のように、電圧値 V_L が低いほど、線形変換する被写体輝度の割合が大きくなる。そこで、例えば、被写体の輝度範囲を検出し、被写体の輝度範囲が狭いと電圧値 V_L を低くして、線形変換する輝度範囲を広くし、又、被写体の輝度範囲が広いと電圧値 V_L を高くして、対数変換する輝度範囲を広くすることで、被写体の特性に合った光電変換特性とすることができる。尚、電圧値 V_L を最小とするととき、常に線形変換する状態とし、又、電圧値 V_L を最大とするととき、常に対数変換する状態とすることもできる。

【0049】

このように動作する固体撮像素子 2 の画素 G11 ~ Gmn に与える信号 ϕ VPS の電圧値 V_L の値を全体制御部 13 が切り換えることによって、被写体の輝度範囲などに応じてダイナミックレンジを切り換えられる固体撮像素子 2 とすることができる。即ち、全体制御部 13 が信号 ϕ VPS の電圧値 V_L の値を切り換えることで、固体撮像素子 2 の画素 G11 ~ Gmn における線形変換動作から対数変換動作へ切り替わる変極点（輝度値）を設定することができる。尚、撮像時に対数変換動作に変わるときの MOS トランジスタ T 2 のゲート電圧に至るまでに MOS トランジスタ T 2 に流れ込む光電荷量が、全ての画素において等しい。

【0050】

尚、本構成例では、図 5 のように構成される画素を備えた固体撮像素子としたが、このような構成に限られるものではなく、線形変換動作と対数変換動作を各画素において自動的に切り換えることが可能なものであれば、特許文献 2 に示されるような構成の画素などのような他の構成の画素より構成されるものとしても構わない。又、撮像時の信号 ϕ VPS の電圧値 V_L を変更することで線形変換動作と対数変換動作との変極点を変更するものとしたが、リセット時の信号 ϕ VPS の電圧値 V_H を変更することで線形変換動作と対数変換動作との変極点を変更するものとしても構わない。又、リセット時間を変更することで上記変極点を変更するものとしても構わない。更に、各画素に RGB フィルタを備えるものとしたが、シアン (Cyan)、マゼンタ (Magenta)、イエロー (Yellow) などの他の色フィルタを備えるものとしても構わない。

【0051】

< AE・WB 評価値検出回路の第 1 例 >

図 1 のように構成される撮像装置における AE・WB 評価値検出回路の第 1 例について、図面を参照して以下に詳細に説明する。図 8 は、本例の AE・WB 評価値検出回路の内部構成を示すブロック図である。

【0052】

本例の AE・WB 評価値検出回路 7 は、図 8 に示すように、FPN 補正回路 6 で FPN 成分が除去された RGB 信号それぞれが与えられるとともに線形変換又は対数変換のいずれが施された信号であるかを確認する光電変換特性判別部 71r, 71g, 71b と、線形変換された（線形変換特性を備えた）RGB 信号それぞれの平均値 r_{1av} , g_{1av} , b_{1av} を求める平均値演算部 72r, 72g, 72b と、対数変換された（対数変換特性を備えた）RGB 信号それぞれの平均値 r_{2av} , g_{2av} , b_{2av} を求める平均値演算部 73

r, 73g, 73bと、平均値演算部72r, 72gそれぞれから与えられるRG信号それぞれの平均値r1av, g1avよりR信号に対するWB評価値wr1を求めるWB評価値演算部74rと、平均値演算部72g, 72bそれぞれから与えられるGB信号それぞれの平均値g1av, b1avよりB信号に対するWB評価値wb1を求めるWB評価値演算部74bと、平均値演算部73r, 73gそれぞれから与えられるRG信号それぞれの平均値r2av, g2avよりR信号に対するWB評価値wr2を求めるWB評価値演算部75rと、平均値演算部73g, 73bそれぞれから与えられるGB信号それぞれの平均値g2av, b2avよりB信号に対するWB評価値wb2を求めるWB評価値演算部75bと、WB評価値演算部74r, 75rそれぞれからのWB評価値wr1, wr2を加加重算することによってR信号に対するWB評価値wrを生成して全体制御部13に出力する加重加算部76rと、WB評価値演算部74b, 75bそれぞれからのWB評価値wb1, wb2を加加重算することによってB信号に対するWB評価値wbを生成して全体制御部13に出力する加重加算部76bと、を備える。

【0053】

又、全体制御部13は、図9に示すように、固体撮像素子2のダイナミックレンジを調整するとともにタイミング生成回路15から出力されるクロックのタイミングを制御するセンサ駆動部131と、AE・WB評価値検出回路7で検出されたAE評価値及びWB評価値に従ってセンサ駆動部131を制御するとともにWB制御回路8に与えるデータを生成するマイコン132と、固体撮像素子2のダイナミックレンジに応じた換言すれば線形変換特性と対数変換特性との切替点の位置に応じた光電変換特性を与えるデータを格納するメモリ133と、を備える。マイコン132は、例えば、被写体の輝度範囲に応じて適切なダイナミックレンジが得られるように固体撮像素子2のダイナミックレンジを変更するためのダイナミックレンジ制御信号をセンサ駆動部131に与える。センサ駆動部131はこのダイナミックレンジ制御信号に基づいて駆動条件を変更し、固体撮像素子2のダイナミックレンジを変更する。

【0054】

図8のように構成されるAE・WB評価値検出回路7の動作について、図面を参照して以下に説明する。まず、光電変換特性判別部71r, 71g, 71bそれぞれに、FPN補正回路6でFPN成分が除去されたRGB信号が与えられる。このように入力されるRGB信号の典型例を図10に示す。尚、図10は、輝度値に対するRGB信号の信号レベルの関係を表したグラフで、輝度値は対数値で表される。即ち、全体制御部13のマイコン132からのダイナミックレンジ制御信号によってセンサ駆動部131から上述の固体撮像素子2へ与える信号φVPSの電圧VHを設定されるとき、黒基準補正回路5やFPN補正回路6でオフセットを除くため、信号φVPSの電圧VHによって決定する各画素のMOSトランジスタT2の動作が切り替わるポテンシャル位置を略等しいものとすることができる。よって、図10のように、RGB信号それぞれにおいて、線形変換特性から対数変換特性に切り替わる変極点となる信号レベルが等しくなる。

【0055】

このRGB信号における線形変換特性から対数変換特性に切り替わる変極点となる信号レベルを閾値レベルVthとする。そして、全体制御部13のセンサ駆動部131によって上述の固体撮像素子2へ与える信号φVPSの電圧VHを設定されるとき、この閾値レベルVthが、ダイナミックレンジデータとして、全体制御部13のマイコン132から光電変換特性判別部71r, 71g, 71bそれぞれに与えられる。よって、光電変換特性判別部71r, 71g, 71bでは、信号レベルが閾値レベルVthより高ければ対数変換された信号であると判断し、信号レベルが閾値レベルVth以下の場合は線形変換された信号であると判断する。尚、信号レベルが、閾値レベルVth以上のときに対数変換された信号であると判断し、閾値レベルVthより低いときに線形変換された信号であると判断するようにしても良い。以下の説明についても同様である。

【0056】

そして、光電変換特性判別部71rにおいて信号レベルが閾値レベルVth以下で線形変

換された信号であると判断されたR信号は、平均値演算部72rに与えられ、又、光電変換特性判別部71rにおいて信号レベルが閾値レベル V_{th} より高く対数変換された信号であると判断されたR信号は、平均値演算部73rに与えられる。同様に、光電変換特性判別部71gにおいて信号レベルが閾値レベル V_{th} 以下で線形変換された信号であると判断されたG信号は、平均値演算部72gに与えられ、又、光電変換特性判別部71gにおいて信号レベルが閾値レベル V_{th} より高く対数変換された信号であると判断されたG信号は、平均値演算部73gに与えられる。又、光電変換特性判別部71bにおいて信号レベルが閾値レベル V_{th} 以下で線形変換された信号であると判断されたB信号は、平均値演算部72bに与えられ、又、光電変換特性判別部71bにおいて信号レベルが閾値レベル V_{th} より高く対数変換された信号であると判断されたB信号は、平均値演算部73bに与えられる。

【0057】

そして、平均値演算部72r, 72g, 72bではそれぞれ、光電変換特性判別部71r, 71g, 71bそれぞれから与えられる線形変換されたRGB信号それぞれの信号レベルを加算するとともに、与えられたRGB信号それぞれの総数を計数する。同様に、平均値演算部73r, 73g, 73bではそれぞれ、光電変換特性判別部71r, 71g, 71bそれぞれから与えられる対数変換されたRGB信号それぞれの信号レベルを加算するとともに、与えられたRGB信号それぞれの総数を計数する。このようにして、光電変換特性判別部71r, 71g, 71bから全てのRGB信号が出力されると、全て出力したことを示す信号が、光電変換特性判別部71rから平均値演算部72r, 73rへ、光電変換特性判別部71gから平均値演算部72g, 73gへ、光電変換特性判別部71bから平均値演算部72b, 73bへ、それぞれ送出される。

【0058】

その後、平均値演算部72r, 72g, 72b, 73r, 73g, 73bそれぞれにおいては、加算合計した信号レベルを与えられた信号の総数によって除算することで平均値演算を行う。このようにすることで、線形変換されたR信号の平均値 r_{1av} が平均値演算部72rからWB評価値演算部74rに、線形変換されたG信号の平均値 g_{1av} が平均値演算部72gからWB評価値演算部74r, 74bに、線形変換されたB信号の平均値 b_{1av} が平均値演算部72bからWB評価値演算部74bに、それぞれ、送出される。同様に、対数変換されたR信号の平均値 r_{2av} が平均値演算部73rからWB評価値演算部75rに、対数変換されたG信号の平均値 g_{2av} が平均値演算部73gからWB評価値演算部75r, 75bに、対数変換されたB信号の平均値 b_{2av} が平均値演算部73bからWB評価値演算部75bに、それぞれ、送出される。

【0059】

そして、線形変換されたRG信号の平均値 r_{1av} , g_{1av} が与えられたWB評価値演算部74rでは、RG信号の平均値 r_{1av} , g_{1av} と全体制御部13のマイコン132より与えられるG信号の光電変換特性より、線形変換されたR信号に対するWB評価値 w_{r1} が求められるとともに、線形変換されたGB信号の平均値 g_{1av} , b_{1av} が与えられたWB評価値演算部74bでは、GB信号の平均値 g_{1av} , b_{1av} と全体制御部13のマイコン132より与えられるG信号の光電変換特性より、線形変換されたB信号に対するWB評価値 w_{b1} が求められる。

【0060】

同様に、対数変換されたRG信号の平均値 r_{2av} , g_{2av} が与えられたWB評価値演算部75rでは、RG信号の平均値 r_{2av} , g_{2av} と全体制御部13のマイコン132より与えられるG信号の光電変換特性より、対数変換されたR信号に対するWB評価値 w_{r2} が求められるとともに、対数変換されたGB信号の平均値 g_{2av} , b_{2av} が与えられたWB評価値演算部75bでは、GB信号の平均値 g_{2av} , b_{2av} と全体制御部13のマイコン132より与えられるG信号の光電変換特性より、対数変換されたB信号に対するWB評価値 w_{b2} が求められる。尚、WB評価値演算部74r, 74b, 75r, 75bはそれぞれ、全体制御部13のマイコン132より、固体撮像素子2のダイナミックレンジに

応じたG信号の光電変換特性が与えられる。

【0061】

このWB評価値演算部74r, 74b, 75r, 75bにおける処理動作について、代表としてWB評価値演算部74r, 75rを例にとって説明する。全体制御部13のマイコン132より、図11のようなG信号の光電変換特性がWB評価値演算部74r, 74b, 75r, 75bに与えられるものとする。このとき、WB評価値演算部74rでは、まず、図11(a)のように、G信号の平均値 g_{1av} における輝度値 L_{av} をG信号の光電変換特性に基づいて求める。即ち、G信号の線形変換特性領域が、(1)式で表されるとき、(1)式にG信号の平均値 g_{1av} を代入して逆算することで、輝度値 $L_{av} = (g_{1av} - C) / A_g$ を求めることができる。

【0062】

$$V = A_g \times L + C \quad \dots (1)$$

(V: 信号レベル、L: 輝度、 A_g : G信号に対する光電変換係数、C: オフセット)

【0063】

そして、この輝度値 L_{av} に対してR信号の平均値 r_{1av} が得られるものとみなすことにより、R信号に対する光電変換係数 $A_r = (r_{1av} - C) / L_{av}$ を求めて、図11(b)のように、線形変換特性領域におけるR信号の光電変換特性を求める。尚、R信号の線形変換特性領域を表す式は、(2)式のように表されるとともに、そのオフセットCが(1)式と等しいものとする。

【0064】

$$V = A_r \times L + C \quad \dots (2)$$

【0065】

このように線形変換特性領域におけるR信号の光電変換特性を求めると、閾値レベル V_{th} となるRG信号それぞれに対する輝度 L_{rth} , L_{gth} が、図11(c)のようなRG信号それぞれの光電変換特性より求められる。即ち、(1)、(2)式それぞれに、閾値レベル V_{th} が代入されて逆算されることにより、輝度 $L_{gth} = (V_{th} - C) / A_g$, $L_{rth} = (V_{th} - C) / A_r$ が求められる。このようにして求められた閾値レベル V_{th} となるRG信号それぞれの輝度 L_{rth} , L_{gth} によって、線形変換されたR信号に対するWB評価値 w_{r1} が、その差分値 $L_{gth} - L_{rth}$ として求められる。

【0066】

又、WB評価値演算部75rでは、まず、図12(a)のように、G信号の平均値 g_{2av} における輝度値の対数値 $\ln(L_{av})$ をG信号の光電変換特性に基づいて求める。即ち、G信号の対数変換特性領域が、(3)式で表されるとき、(3)式にG信号の平均値 g_{2av} を代入して逆算することで、輝度値の対数値 $\ln(L_{av}) = (g_{2av} - \beta_g) / \alpha$ を求めることができる。尚、図12におけるG信号の光電変換特性は、図11におけるG信号の光電変換特性と等しいものである。

【0067】

$$V = \alpha \times \ln(L) + \beta_g \quad \dots (3)$$

(α : 所定の増幅率、 β_g : G信号に対する光電変換係数の対数変換値)

【0068】

そして、この輝度値の対数値 $\ln(L_{av})$ に対してR信号の平均値 r_{2av} が得られるものとみなすことにより、R信号に対する光電変換係数の対数変換値 $\beta_r = r_{2av} - \alpha \times \ln(L_{av}) = r_{2av} - g_{2av} + \beta_g$ を求めて、図12(b)のように、対数変換特性領域におけるR信号の光電変換特性を求める。尚、R信号の対数変換特性領域を表す式は、(4)式のように表されるとともに、その増幅率 α が(3)式と等しいものとする。

【0069】

$$V = \alpha \times \ln(L) + \beta_r \quad \dots (4)$$

【0070】

このように対数変換特性領域におけるR信号の光電変換特性を求めると、閾値レベル V_{th} となるRG信号それぞれに対する輝度の対数値 $\ln(L_{rth})$, $\ln(L_{gth})$ が、図

12 (c) のような R G 信号それぞれの光電変換特性より求められる。即ち、(3)、(4) 式それぞれに、閾値レベル V_{th} が代入されて逆算されることにより、輝度の対数値 $\ln(L_{gth}) (= (V_{th} - \beta_g) / \alpha)$ 、 $\ln(L_{rth}) (= (V_{th} - \beta_r) / \alpha)$ が求められる。よって、閾値レベル V_{th} となる R G 信号それぞれに対する輝度 $L_{rth} (= \exp((V_{th} - \beta_r) / \alpha))$ 、 $L_{gth} (= \exp((V_{th} - \beta_g) / \alpha))$ が最終的に求められる。このようにして求められた閾値レベル V_{th} となる R G 信号それぞれの輝度 L_{rth} 、 L_{gth} によって、対数変換された R 信号に対する WB 評価値 w_{r2} が、その差分値 $L_{gth} - L_{rth}$ として求められる。

【0071】

WB 評価値演算部 74r、74b、75r、75b それぞれにおいて、このような処理動作を行うことによって、WB 評価値 w_{r1} 、 w_{b1} 、 w_{r2} 、 w_{b2} が出力されると、WB 評価値 w_{r1} 、 w_{r2} が加重加算部 76r に与えられるとともに、WB 評価値 w_{b1} 、 w_{b2} が加重加算部 76b に与えられる。この加重加算部 76r、76b それぞれに対して、全体制御部 13 のマイコン 132 より、設定された固体撮像素子 2 のダイナミックレンジに応じた重み係数が与えられる。よって、加重加算部 76r において、WB 評価値 w_{r1} 、 w_{r2} に対する重み係数 x_r 、 y_r が与えられるとき、WB 評価値 w_r が (5) 式のように求められる。又、加重加算部 76b において、WB 評価値 w_{b1} 、 w_{b2} に対する重み係数 x_b 、 y_b が与えられるとき、WB 評価値 w_b が (6) 式のように求められる。

【0072】

$$w_r = x_r \times w_{r1} + y_r \times w_{r2} \quad \cdots (5)$$

$$w_b = x_b \times w_{b1} + y_b \times w_{b2} \quad \cdots (6)$$

【0073】

このようにして加重加算部 76r、76b で求められた WB 評価値 w_b 、 w_r は、全体制御部 13 のマイコン 132 に与えられる。マイコン 132 では、この WB 評価値 w_b 、 w_r とダイナミックレンジデータに基づいて、WB 制御部 8 に与える設定値を決定する。尚、本例において、加重加算部 76r、76b に与えられる重み係数 x_r 、 y_r 、 x_b 、 y_b は、設定された固体撮像素子 2 のダイナミックレンジに応じて設定されるものとしたが、被写体の輝度分布範囲又は輝度値などに応じてマイコン 132 が設定し、加重加算部 76r、76b に与えるものとしても構わない。又、重み係数 x_r 、 y_r 、 x_b 、 y_b が外部から設定されるものとしても構わない。

【0074】

< AE・WB 評価値検出回路の第 2 例 >

図 1 のように構成される撮像装置における AE・WB 評価値検出回路 7 について、図面を参照して以下に詳細に説明する。図 13 は、本例の AE・WB 評価値検出回路の内部構成を示すブロック図である。尚、図 13 に示す AE・WB 評価値検出回路において、図 8 の AE・WB 評価値検出回路と同一の目的で使用する部分については、その詳細な説明を省略し、同一の符号を付す。

【0075】

本例の AE・WB 評価値検出回路 7 は、図 13 に示すように、光電変換特性判別部 71r、71g、71b と、平均値演算部 72r、72g、72b、73r、73g、73b と、WB 評価値演算部 74r、74b、75r、75b と、加重加算部 76r、76b と、光電変換特性判別部 71r、71g、71b で確認された線形変換された信号及び対数変換された信号それぞれの総数を計数するとともにこれらの計数値によって重み係数 x_r 、 y_r 、 x_b 、 y_b を設定する重み係数設定部 77 と、を備える。

【0076】

このように構成されるとき、光電変換特性判別部 71r、71g、71b、平均値演算部 72r、72g、72b、73r、73g、73b、WB 評価値演算部 74r、74b、75r、75b、及び、加重加算部 76r、76b は、第 1 例における AE・WB 評価値検出回路 (図 8) と同様の動作を行う。即ち、光電変換特性判別部 71r、71g、7

1 bでは、入力されるRGB信号の信号レベルと閾値レベル V_{th} とを比較して、対数変換された信号であるか、又は、線形変換された信号であることを判別する。そして、光電変換特性判別部71 r, 71 g, 71 bで線形変換された信号であることが確認されたRGB信号が平均値演算部72 r, 72 g, 72 bに与えられ、その平均値 r_{1av} , g_{1av} , b_{1av} が求められ、又、光電変換特性判別部71 r, 71 g, 71 bで対数変換された信号であることが確認されたRGB信号が平均値演算部73 r, 73 g, 73 bに与えられ、その平均値 r_{2av} , g_{2av} , b_{2av} が求められる。

【0077】

その後、WB評価値演算部74 rにおいて、平均値 r_{1av} , g_{1av} 及びG信号の光電変換特性に基づいて、線形変換されたR信号に対するWB評価値 w_{r1} が求められるとともに、WB評価値演算部75 rにおいて、平均値 r_{2av} , g_{2av} 及びG信号の光電変換特性に基づいて、対数変換されたR信号に対するWB評価値 w_{r2} が求められる。又、WB評価値演算部74 bにおいて、平均値 g_{1av} , b_{1av} 及びG信号の光電変換特性に基づいて、線形変換されたB信号に対するWB評価値 w_{b1} が求められるとともに、WB評価値演算部75 bにおいて、平均値 g_{2av} , b_{2av} 及びG信号の光電変換特性に基づいて、対数変換されたB信号に対するWB評価値 w_{b2} が求められる。そして、加重加算部76 rにおいて、重み係数設定部77から与えられる重み係数 x_r , y_r を用いて、WB評価値 w_{r1} , w_{r2} の加重加算を行うことで、WB評価値 w_r が求められるとともに、加重加算部76 bにおいて、重み係数設定部77から与えられる重み係数 x_b , y_b を用いて、WB評価値 w_{b1} , w_{b2} の加重加算を行うことで、WB評価値 w_b が求められる。

【0078】

このようにWB評価値 w_r , w_b を求める際、第1例と異なり、重み係数設定部77において、加重加算部76 r, 76 bに与える重み係数 x_r , y_r , x_b , y_b が設定される。よって、以下では、この重み係数設定部77の動作について、説明する。まず、光電変換特性判別部71 r, 71 g, 71 bよりRGB信号に対する判別結果が重み付け係数設定部77に与えられると、与えられた判別結果に応じて、線形変換された信号の総数又は対数変換された信号の総数を計数する。よって、光電変換特性判別部71 rより平均値演算部72 r, 73 rそれぞれに送出されたR信号の総数が n_{1r} , n_{2r} であり、光電変換特性判別部71 gより平均値演算部72 g, 73 gそれぞれに送出されたG信号の総数が n_{1g} , n_{2g} であり、光電変換特性判別部71 bより平均値演算部72 b, 73 bそれぞれに送出されたB信号の総数が n_{1b} , n_{2b} であるとき、線形変換された信号の総数が $n_1 (= n_{1r} + n_{1g} + n_{1b})$ となり、又、対数変換された信号の総数が $n_2 (= n_{2r} + n_{2g} + n_{2b})$ となる。

【0079】

そして、線形変換された信号の総数 n_1 と対数変換された信号の総数 n_2 との比によって、重み付け係数 x_r , y_r , x_b , y_b を設定する。このとき、例えば、 $x_r = x_b = n_1 / (n_1 + n_2)$ 、 $y_r = y_b = n_2 / (n_1 + n_2)$ と設定するようにして、その総数が大きくなる信号に対する重み付け係数が大きくなるように設定する。このようにして重み付け係数 x_r , y_r , x_b , y_b が設定されると、重み付け係数 x_r , y_r が加重加算部76 rに与えられるとともに、重み付け係数 x_b , y_b が加重加算部76 bに与えられる。

【0080】

尚、本例のAE・WB評価値設定部7において、重み付け係数設定部77で、RGB信号全てを対象とする線形変換された信号の総数 n_1 と対数変換された信号の総数 n_2 とを用いて、重み付け係数 x_r , y_r , x_b , y_b が求められるものとしたが、RGB信号それぞれを対象とする線形変換された信号の総数 n_{1r} , n_{1g} , n_{1b} と対数変換された信号の総数 n_{2r} , n_{2g} , n_{2b} とを用いて、重み付け係数 x_r , y_r , x_b , y_b が求められるものとしても構わない。このとき、重み付け係数 x_r , y_r が、線形変換されたR信号の総数 n_{1r} と対数変換されたR信号の総数 n_{2r} との関係により求められるとともに、重み付け係数 x_b , y_b が、線形変換されたB信号の総数 n_{1b} と対数変換され

たB信号の総数 $n2b$ との関係により求められるものとしても構わない。又、重み付け係数 x_r , y_r が、線形変換されたRG信号それぞれの総数 $n1r$, $n1g$ と対数変換されたRG信号の総数 $n2r$, $n2g$ との関係により求められるとともに、重み付け係数 x_b , y_b が、線形変換されたGB信号の総数 $n1g$, $n1b$ と対数変換されたGB信号の総数 $n2g$, $n2b$ との関係により求められるものとしても構わない。

【0081】

又、主被写体を検出するオートフォーカス (AF) 機能を備えるとき、AF機能により検出した主被写体を中心とする領域の画素に対して、線形変換された信号を出力する画素数と対数変換された信号を出力する画素数との関係により、重み付け係数を設定するものとしても構わない。

【0082】

又、上述の第1例及び第2例のAE・WB評価値設定部7において、G信号の光電変換特性がWB評価値演算部74r, 74b, 75r, 75bに与えられて、WB評価値 $wr1$, $wb1$, $wr2$, $wb2$ が求められるものとしたが、線形変換された信号の平均値における輝度値 $L1av$ がWB評価値演算部74r, 74bに与えられるとともに、対数変換された信号の平均値における輝度値 $L2av$ がWB評価値演算部75r, 75bに与えられて、WB評価値 $wr1$, $wb1$, $wr2$, $wb2$ が求められるものとしても構わない。

【0083】

このとき、WB評価値演算部74rでは、線形変換されたRG信号それぞれの平均値 $r1av$, $g1av$ と輝度値 $L1av$ との関係より、RG信号それぞれの光電変換特性を確認し、RG信号それぞれの閾値レベル V_{th} に相当する輝度値の差となるWB評価値 $wr1$ を求める。同様に、WB評価値演算部75rでは、対数変換されたRG信号それぞれの平均値 $r2av$, $g2av$ と輝度値 $L2av$ との関係より、RG信号それぞれの光電変換特性を確認し、WB評価値 $wr2$ を求める。同様に、WB評価値演算部74bでは、線形変換されたGB信号それぞれの平均値 $g1av$, $b1av$ と輝度値 $L1av$ との関係より、GB信号それぞれの光電変換特性を確認し、WB評価値 $wb1$ を求め、又、WB評価値演算部75bでは、対数変換されたGB信号それぞれの平均値 $g2av$, $b2av$ と輝度値 $L2av$ との関係より、GB信号それぞれの光電変換特性を確認し、WB評価値 $wb2$ を求める。

【0084】

＜全体制御部によるデータテーブル生成動作の第1例＞

以下に、全体制御部によるデータテーブル生成動作の第1例について説明する。AE・WB評価値設定部の第1例又は第2例のように動作して、AE・WB評価値設定部7においてWB評価値 wr , wb が設定されると、図9のような構成の全体制御部13のマイコン132に与えられる。マイコン132では、WB評価値 wr , wb を確認すると、WB評価値 wr , wb と固体撮像素子2に対して設定したダイナミックレンジの大きさに基づいて、メモリ133よりRGB信号それぞれに対する光電変換特性を読み出す。そして、マイコン132は、ホワイトバランス処理を行うためのデータテーブルを生成し、WB制御回路8に与える。

【0085】

このとき、メモリ133には、G信号の光電変換特性が、固体撮像素子2のダイナミックレンジの大きさに応じて、例えば、図7のグラフのように離散的に格納され、又、RB信号それぞれの光電変換特性が、上記各ダイナミックレンジ毎にWB評価値に応じて、例えば、図14のグラフのように離散的に格納される。又、図7のグラフのように、G信号の光電変換特性として4種類の光電変換特性 $a1 \sim a4$ が格納され、図14のグラフのように、ダイナミックレンジ毎にRB信号の光電変換特性として6種類の光電変換特性 $b1 \sim b6$ が格納されるとき、メモリ133内では、 4×6 種類の光電変換特性が格納されるものとなる。

【0086】

このとき、光電変換特性の線形変換特性領域を表す(7)式におけるパラメータ A , C と、光電変換特性の対数変換特性領域を表す(8)式におけるパラメータ α , β とが、メ

メモリ 133 内に 28 種類分格納される。尚、図 14 は、図 7 における光電変換特性 a 2 に応じたダイナミックレンジが選択されたときにおける G 信号の光電変換特性を基準としたものである。

【0087】

$$V = A \times L + C \quad \dots (7)$$

$$V = \alpha \times \ln(L) + \beta \quad \dots (8)$$

【0088】

そして、固体撮像素子 2 が所定のダイナミックレンジを持つように設定されたとき、選択されたダイナミックレンジに応じた G 信号の光電変換特性をメモリ 133 より読み出す。又、AE・WB 評価値検出回路 7 より WB 評価値 w_r , w_b が与えられたとき、選択されたダイナミックレンジと WB 評価値 w_r に応じた R 信号の光電変換特性と、選択されたダイナミックレンジと WB 評価値 w_b に応じた B 信号の光電変換特性と、をメモリ 133 より読み出す。即ち、図 7 における光電変換特性 a 2 に応じたダイナミックレンジとなるように固体撮像素子 2 をセンサ駆動部 131 が駆動制御するとき、まず、メモリ 133 より G 信号の光電変換特性として光電変換特性 a 2 が読み出される。そして、 $\Delta L 1$ となる WB 評価値 w_r と、 $-\Delta L 2$ となる WB 評価値 w_b が与えられると、R 信号の光電変換特性として光電変換特性 b 4 が、又、B 信号の光電変換特性として光電変換特性 b 2 がそれぞれ、メモリ 133 より読み出される。

【0089】

このように、RGB 信号それぞれの光電変換特性がメモリ 133 より読み出されると、マイコン 132 では、これらの光電変換特性を用いて WB 制御回路 8 に与える RB 信号それぞれに対するデータテーブル D_r , D_b を生成する。このマイコン 132 での動作について、図面を参照して説明する。尚、図 15 は、マイコン 132 における RB 信号それぞれに対するデータテーブルの生成の流れを機能ブロック図の形で示したものである。今、RGB 信号の信号レベルがそれぞれ 10 bit (0~1023) で表されているものとする。

【0090】

マイコン 132 では、まず、輝度演算ブロック 134 r において、メモリ 133 で読み出された R 信号の光電変換特性に基づいて、R 信号の信号レベル 0~1023 それぞれの輝度値を求める。同様に、輝度演算ブロック 134 b において、メモリ 133 で読み出された B 信号の光電変換特性に基づいて、B 信号の信号レベル 0~1023 それぞれの輝度値を求める。即ち、R 信号については、光電変換特性 b 4 に基づいて、各信号レベルの輝度値が求められ、又、B 信号については、光電変換特性 b 2 に基づいて、各信号レベルの輝度値が求められる。よって、RB 信号それぞれについて、図 16 (a) のように、光電変換特性 b 4, b 2 が用いられることで、例えば、信号レベル V_x に対する輝度値 L_{rx} , L_{bx} が求められる。

【0091】

この輝度演算ブロック 134 r, 134 b それぞれで求められた輝度値は、信号値演算ブロック 135 r, 135 b に与えられる。そして、信号値演算ブロック 135 r において、メモリ 133 で読み出された G 信号の光電変換特性に基づいて、R 信号の信号レベル 0~1023 それぞれの輝度値に対する補正処理後の信号レベルが求められる。同様に、信号値演算ブロック 135 b において、メモリ 133 で読み出された G 信号の光電変換特性に基づいて、B 信号の信号レベル 0~1023 それぞれの輝度値に対する補正処理後の信号レベルが求められる。即ち、光電変換特性 a 2 に基づいて、各信号レベルに対して求められた輝度値に対する信号レベルが求められる。よって、RB 信号それぞれについて、図 16 (b) のように、光電変換特性 a 2 が用いられることで、例えば、信号レベル V_x に対する輝度値 L_{rx} , L_{bx} より、信号レベル V_x に対する補正処理後の信号レベル V_{rx} , V_{bx} が求められる。

【0092】

このようにして、RB 信号それぞれの信号レベル 0~1023 それぞれに対して、補正

処理後の信号レベルが求められたとき、信号値演算ブロック 135 r, 135 b より、R B 信号それぞれの補正処理後の信号レベルが、データベース生成ブロック 136 r, 136 b に与えられる。このデータベース生成ブロック 136 r では、R 信号の信号レベル 0 ~ 1023 を入力アドレスとする。そして、信号レベル 0 ~ 1023 それぞれに対して信号値演算ブロック 135 r で最終的に求められた 1024 個の補正処理後の信号レベルを、入力アドレス 0 ~ 1023 に対応させて格納したデータベース D r を生成する。同様に、データベース生成ブロック 136 b では、B 信号の信号レベル 0 ~ 1023 を入力アドレスとする。そして、信号レベル 0 ~ 1023 それぞれに対して信号値演算ブロック 135 b で最終的に求められた 1024 個の補正処理後の信号レベルを、入力アドレス 0 ~ 1023 に対応させて格納したデータベース D b を生成する。このようにして生成したデータベース D r, D b を WB 制御回路 8 に送出する。

【0093】

上述の説明においては、R G B 信号それぞれの光電変換特性をメモリ 133 に格納しているが、G 信号の光電変換特性のみをメモリ 133 に格納し、R B 信号の光電変換特性は前述の WB 評価値 w_r 、 w_b より演算で求めるようにしても良い。例えば、R 信号に関して光電変換特性の線形特性領域を表す式 (7) におけるパラメータ A (A_r) は以下の (9) ~ (11) 式より算出することができる。

【0094】

$$V_{th} = A_g \times L_g + C \quad \cdots (9)$$

$$V_{th} = A_r \times (L_g + w_r) + C \quad \cdots (10)$$

(9)、(10) 式より

$$A_r = (A_g \times L_g) / (L_g + w_r) \quad \cdots (11)$$

但し、 A_g は G 信号に対する光電変換係数、 L_g は G 信号の輝度を示す。

【0095】

又、R 信号の対数特性領域についても同様に、演算により求めることができ、更に、B 信号に関する光電変換特性も R 信号同様、演算により求めることができる。このように、演算により光電変換特性を求めた場合、精度の高いホワイトバランス処理を行うことができる。

【0096】

<全体制御部によるデータテーブル生成動作の第 2 例>

次に、全体制御部によるデータテーブル生成動作の第 2 例について説明する。尚、本例において、上述のデータテーブル生成動作の第 1 例と同様の部分については、データテーブル生成動作の第 1 例を参照するものとし、その詳細な説明は省略する。本例では、第 1 例と異なり、メモリ 133 内には、固体撮像素子 2 のダイナミックレンジの大きさに応じた G 信号の光電変換特性のみが格納され、R B 信号それぞれの光電変換特性については、メモリ 133 で読み出された光電変換特性に基づいて生成される。

【0097】

本例におけるデータテーブル生成動作について、図 17 を参照して以下に説明する。尚、図 17 は、マイコン 132 における R B 信号それぞれに対するデータテーブルの生成動作の流れを機能ブロック図の形で示したものである。今、R G B 信号の信号レベルがそれぞれ 10 bit (0 ~ 1023) で表されているものとする。マイコン 132 では、まず、メモリ 133 より読み出した G 信号の光電変換特性と A E ・ WB 評価値検出回路 7 からの WB 評価値 w_r が光電変換特性生成ブロック 137 r に与えられ、R 信号の光電変換特性が生成される。同様に、G 信号の光電変換特性と WB 評価値 w_b が光電変換特性生成ブロック 137 b に与えられ、B 信号の光電変換特性が生成される。

【0098】

即ち、メモリ 133 より G 信号の光電変換特性が読み出されると、光電変換特性生成ブロック 137 r, 137 b それぞれにおいて、WB 評価値 w_r , w_b それぞれに基づいて、R B 信号それぞれに対して、(7) 式の A 及び (8) 式の α 、 β が求められ、R B 信号それぞれの光電変換特性が生成される。よって、例えば、固体撮像素子 2 のダイナミック

レンジを設定したときに、図7における光電変換特性 a_2 が G 信号の光電変換特性として読み出されるとともに、WB 評価値 w_r , w_b それぞれが ΔL_r , ΔL_b となると、図18のように、R 信号の光電変換特性が光電変換特性 b_r となり、又、B 信号の光電変換特性が光電変換特性 b_b となる。

【0099】

そして、光電変換特性生成ブロック 137 r, 137 b それぞれにおいて生成された R B 信号それぞれの光電変換特性は、輝度演算ブロック 134 r, 134 b に与えられる。よって、R B 信号それぞれの光電変換特性が図18のように設定されるとき、輝度演算ブロック 134 r では、光電変換特性 b_r に基づいて、R 信号の信号レベル 0 ~ 1023 それぞれに対する輝度値が求められ、又、輝度演算ブロック 134 b では、光電変換特性 b_b に基づいて、B 信号の信号レベル 0 ~ 1023 それぞれに対する輝度値が求められる。その後、信号値演算ブロック 135 r, 135 b において、この輝度演算ブロック 134 r, 134 b それぞれで求められた輝度値に基づいて、補正処理後の信号レベルが求められ、データベース生成ブロック 136 r, 136 b において、R B 信号それぞれのデータベース D_r , D_b が生成される。

【0100】

よって、データベース D_r が、R 信号の信号レベル 0 ~ 1023 を入力アドレスとするとともに、信号値演算ブロック 135 r で求められた信号レベル 0 ~ 1023 に対する補正処理後の信号レベルを各入力アドレスに対応して格納される。又、データベース D_b が、B 信号の信号レベル 0 ~ 1023 を入力アドレスとするとともに、信号値演算ブロック 135 b で求められた信号レベル 0 ~ 1023 に対する補正処理後の信号レベルを各入力アドレスに対応して格納される。尚、輝度演算ブロック 134 r, 134 b 及び信号値演算ブロック 135 r, 135 b 及びデータベース生成ブロック 136 r, 136 b は、第1例と同様の動作を行う。

【0101】

＜全体制御部によるデータテーブル生成動作の第3例＞

次に、全体制御部によるデータテーブル生成動作の第3例について説明する。尚、本例において、上述のデータテーブル生成動作の第2例と同様の部分については、データテーブル生成動作の第2例を参照するものとし、その詳細な説明は省略する。本例では、第2例と異なり、R B 信号の信号レベルに応じた輝度値が求められた後、A E ゲイン調整や階調変換が行われる。

【0102】

本例におけるデータテーブル生成動作について、図19を参照して以下に説明する。尚、図19は、マイコン 132 における R B 信号それぞれに対するデータテーブルの生成の流れを機能ブロック図の形で示したものである。今、R G B 信号の信号レベルがそれぞれ 10 bit (0 ~ 1023) で表されているものとする。マイコン 132 では、まず、第2例と同様、光電変換特性生成ブロック 137 r, 137 b それぞれにおいて、メモリ 133 より読み出した G 信号の光電変換特性と A E ・ WB 評価値検出回路 7 からの WB 評価値 w_r , w_b に基づいて、R B 信号それぞれの光電変換特性が生成される。

【0103】

そして、光電変換特性生成ブロック 137 r, 137 b それぞれにおいて生成された R B 信号それぞれの光電変換特性が輝度演算ブロック 134 r, 134 b に与えられ、R 信号の信号レベル 0 ~ 1023 それぞれに対する輝度値と、B 信号の信号レベル 0 ~ 1023 それぞれに対する輝度値と、が求められる。又、輝度演算ブロック 134 g において、メモリ 133 より読み出した G 信号の光電変換特性に基づいて G 信号の信号レベル 0 ~ 1023 それぞれに対する輝度値が求められる。このようにして、R G B 信号それぞれにおける各信号レベルの輝度値が、A E ゲイン調整ブロック 138 r, 138 g, 138 b に与えられる。

【0104】

そして、A E ゲイン調整ブロック 138 r, 138 g, 138 b では、A E ・ WB 評価

値検出回路 7 より与えられる A E 評価値に基づいて、各輝度値を増幅又は縮小させる。この A E ゲイン調整は、輝度値の増幅率を変更してゲイン調整を行うことで、撮像された被写体を明るくしたり暗くして明度を変更する処理である。即ち、A E ゲイン調整ブロック 138 r において、R 信号の信号レベル 0 ~ 1023 それぞれに対する輝度値を A E 評価値に基づく増幅率により増幅又は縮小し、A E ゲイン調整ブロック 138 g において、G 信号の信号レベル 0 ~ 1023 それぞれに対する輝度値を A E 評価値に基づく増幅率により増幅又は縮小し、A E ゲイン調整ブロック 138 b において、B 信号の信号レベル 0 ~ 1023 それぞれに対する輝度値を A E 評価値に基づく増幅率により増幅又は縮小する。

【0105】

このようにしてゲイン調整が施された R G B 信号の信号レベル 0 ~ 1023 それぞれに対する輝度値は、階調変換ブロック 139 r, 139 g, 139 b に与えられる。そして、階調変換ブロック 139 r, 139 g, 139 b では、R G B 信号の各輝度値に、モニタなどの再生出力装置で再生表示する際に目的とする輝度を得るための特性を与えるために、A E ゲイン調整ブロック 138 r, 138 g, 138 b それぞれから与えられる輝度値に対して、再生出力装置における階調特性による階調変換が行われる。即ち、再生出力装置が C R T モニタである場合、 γ カーブによる特性が階調特性となるため、階調変換ブロック 139 r においては、ゲイン調整が施された R 信号の信号レベル 0 ~ 1023 それぞれに対する輝度値に対して γ 補正を施し、階調変換ブロック 139 g においては、ゲイン調整が施された G 信号の信号レベル 0 ~ 1023 それぞれに対する輝度値に対して γ 補正を施し、階調変換ブロック 139 b においては、ゲイン調整が施された B 信号の信号レベル 0 ~ 1023 それぞれに対する輝度値に対して γ 補正を施す。

【0106】

このようにしてゲイン調整及び階調変換が行われた R G B 信号の信号レベル 0 ~ 1023 それぞれに対する輝度値は、信号値演算ブロック 135 r, 135 g, 135 b に与えられる。その後、信号値演算ブロック 135 r, 135 g, 135 b において、階調変換ブロック 139 r, 139 g, 139 b から与えられた各輝度値とメモリ 133 から読み出された G 信号の光電変換特性とに基づいて、補正処理後の信号レベルが求められる。その後、この補正処理後の信号レベルが、データベース生成ブロック 136 r, 136 g, 136 b に与えられると、R G B 信号それぞれのデータベース D r, D g, D b が生成される。尚、信号値演算ブロック 135 r, 135 g, 135 b 及びデータベース生成ブロック 136 r, 136 g, 136 b は、第 1 例及び第 2 例における信号値演算ブロック 135 r, 135 b 及びデータベース生成ブロック 136 r, 136 b と同様の動作を行う。

【0107】

よって、上述のようにして生成されたデータベース D g については、G 信号に対してゲイン調整及び階調変換が行われたデータを格納するデータベースとなり、又、データベース D r, D b については、R B 信号それぞれに対してホワイトバランス処理及びゲイン調整及び階調変換が行われたデータを格納するデータベースとなる。このことより、本例におけるデータテーブル生成動作処理を行うことで、WB 制御部 8 において、R G B 信号それぞれに対して、ホワイトバランス処理を行うとともにゲイン調整及び階調変換を行うことができるため、図 1 における階調変換回路 11 を省略することができる。

【0108】

尚、上述のデータテーブル生成動作の各例において、固体撮像素子 2 のダイナミックレンジを離散的に切り換える場合について、以上のように説明したが、固体撮像素子 2 のダイナミックレンジを連続的に切り換える場合においては、次のような動作処理を行うようにしても構わない。まず、メモリ 133 には、固体撮像素子 2 のダイナミックレンジを離散的に切り換える場合と同様、複数段階の光電変換特性を格納する。そして、設定された固体撮像素子 2 のダイナミックレンジの値（例えば、信号 ϕ VPS の電圧値 V H）が、離散的に設定された 2 つのダイナミックレンジの間の値となると、離散的に設定された 2 つのダイナミックレンジに対する 2 つの光電変換特性をメモリ 133 から読み出す。

【0109】

そして、固体撮像素子2に対して設定されたダイナミックレンジの値(例えば、信号 ϕ VPSの電圧値VL)と離散的に設定された2つのダイナミックレンジの値との関係より、メモリ133より読み出して2つの光電変換特性の各係数((7)式のA及び(8)式の α , β)を補間処理することで、新たな光電変換特性を生成する。そして、このように生成した光電変換特性を、現在固体撮像素子2に対して設定しているダイナミックレンジに対するG信号の光電変換特性として用いる。即ち、例えば、図7のグラフのように、固体撮像素子2の光電変換特性a1~a4に対する4種類のデータテーブルがメモリ133に格納されているとともに、光電変換特性a2, a3の間となる光電変換特性となるダイナミックレンジが固体撮像素子2に対して設定されるものとする。このとき、光電変換特性a2, a3を補間処理することで、現在固体撮像素子2に対して設定されているダイナミックレンジに対する光電変換特性axが、図20のように求められ、G信号の光電変換特性として用いられる。このようにして求められたG信号の光電変換特性とWB評価値wr, wbとを用いて、RB信号の光電変換特性それぞれを求める。尚、このとき、G信号の光電変換特性と、WB評価値wr, wbから得られる閾値レベルVthでの輝度差を用いてRB信号の光電変換特性が逆算される。

【0110】

<WB制御回路の第1例>

図1のように構成される撮像装置におけるWB制御回路の第1例について、図面を参照して以下に詳細に説明する。図21は、本例のWB制御回路の内部構成を示すブロック図である。尚、本例のWB制御回路は、全体制御部によるデータテーブル生成動作の第1例又は第2例において生成されたデータテーブルDr, Dbが与えられる。

【0111】

本例のWB制御回路8は、図21に示すように、FPN補正回路6でFPN成分が除去されたR信号の信号レベルを変換する信号値変換部81rと、FPN補正回路6でFPN成分が除去されたB信号の信号レベルを変換する信号値変換部81bと、R信号の信号レベルの入出力変換値を表すデータテーブルDrを格納するLUT(Look Up Table)82rと、B信号の信号レベルの入出力変換値を表すデータテーブルDbを格納するLUT82bと、信号値変換部81r, 81bそれぞれから出力されるRB信号とFPN補正回路6でFPN成分が除去されたG信号との出力タイミングを調整するタイミング調整部83と、を備える。

【0112】

このように構成されるWB制御回路8は、全体制御部13のマイコン132において生成されたデータテーブルDr, Dbが与えられると、データテーブルDr, DbをそれぞれLUT82r, 82bに格納する。そして、FPN補正回路6でFPN補正されたRGB信号それぞれがWB制御回路8に入力されると、R信号が信号値変換部81rに与えられ、B信号が信号値変換部81bに与えられる。信号値変換部81rでは、入力されたR信号の信号レベルを確認すると、LUT82r内のデータテーブルDrを参照し、入力されたR信号の信号レベルと同じ入力アドレスに対して格納された補正処理後の信号レベルを読み出す。そして、読み出した補正処理後の信号レベルを新たなR信号の信号レベルとしてタイミング調整部83に送出する。同様に、信号値変換部81bでは、入力されたB信号の信号レベルを確認すると、LUT82b内のデータテーブルDbを参照し、その補正処理後の信号レベルを読み出すとともに、この補正処理後の信号レベルを新たなB信号の信号レベルとしてタイミング調整部83に送出する。

【0113】

よって、信号値変換部81r, 81bそれぞれにおいて、G信号を基準としたホワイトバランス処理が施される。このとき、入力されたRGB信号の光電変換特性が図22(a)のグラフに示すような関係となる場合、RGB信号それぞれの入出力関係は図22(b)のグラフに示すような関係となる。即ち、図22(b)において、G信号の入出力関係が直線的な関係となる。そして、RB信号の入出力関係が、光電変換特性がG信号の光電

変換特性の線形変換特性と重なる線形変換特性領域（線形領域）についてはG信号の入出力関係の傾きを変更した状態となり、又、光電変換特性がG信号の光電変換特性の対数変換特性と重なる対数変換特性領域（対数領域）についてはG信号の入出力関係を平行移動させた状態となる。又、RB信号の入出力関係において、光電変換特性の対数変換特性がG信号の光電変換特性の線形変換特性と重なる部分、又は、光電変換特性の対数変換特性がG信号の光電変換特性の線形変換特性と重なる部分となる中間領域については、線形領域におけるG信号の入出力関係を乗除算するものと対数領域におけるG信号の入出力関係を加減算するものとを組み合わせた状態となる。

【0114】

このようにして信号値変換部81r, 81bそれぞれで補正処理後の信号レベルに変換されたRB信号と、FPN補正回路6でFPN補正されたG信号とが、タイミング調整部83に入力される。このタイミング調整部83では、信号値変換部81r, 81bにおいて変換処理がなされたRB信号と、変換処理が行われることのないG信号とを出力するためのタイミングを調整する。このように出力タイミングが調整されたRGB信号が後段の色補間回路9に出力され、後段の各回路で各画素に応じた信号処理を行うことができる。

【0115】

<WB制御回路の第2例>

図1のように構成される撮像装置におけるWB制御回路の第2例について、図面を参照して以下に詳細に説明する。図23は、本例のWB制御回路の内部構成を示すブロック図である。尚、本例のWB制御回路は、全体制御部によるデータテーブル生成動作の第3例において生成されたデータテーブルDr, Dbが与えられる。又、図23に示すWB制御回路において、図21のWB制御回路と同一の目的で使用する部分については、その詳細な説明を省略し、同一の符号を付す。

【0116】

本例のWB制御回路8は、図23に示すように、信号値変換部81r, 81bと、LUT82r, 82bと、FPN補正回路6でFPN成分が除去されたG信号の信号レベルを変換する信号値変換部81gと、G信号の信号レベルの入出力変換値を表すデータテーブルDgを格納するLUT82gと、信号値変換部81r, 81g, 81bそれぞれから出力されるRGB信号それぞれの出力タイミングを調整するタイミング調整部83と、を備える。

【0117】

このように構成されるWB制御回路8は、全体制御部13のマイコン132において生成されたデータテーブルDr, Dg, Dbが与えられると、データテーブルDr, Dg, DbをそれぞれLUT82r, 82g, 82bに格納する。そして、FPN補正回路6でFPN補正されたRGB信号それぞれがWB制御回路8に入力されると、RGB信号がそれぞれ、信号値変換部81r, 81g, 81bに与えられる。信号値変換部81r, 81bでは、第1例と同様、LUT82r, 82b内のデータテーブルDr, Dbを参照し、入力されたRB信号の信号レベルと同じ入力アドレスに対して格納された補正処理後の信号レベルを読み出し、新たなRB信号としてタイミング調整部83に送出する。又、信号値変換部81gにおいても、入力されたG信号の信号レベルを確認すると、LUT82g内のデータテーブルDgを参照し、入力されG信号の信号レベルと同じ入力アドレスに対して格納された補正処理後の信号レベルを読み出し、新たなG信号としてタイミング調整部83に送出する。

【0118】

よって、信号値変換部81r, 81bそれぞれにおいて、G信号を基準としたホワイトバランス処理が施されるとともに、RB信号に対してゲイン調整及び階調変換が施されることとなる。又、信号値変換部81gにおいて、G信号に対してゲイン調整及び階調変換が施されることとなる。このようにして信号値変換部81r, 81g, 81bそれぞれで補正処理後の信号レベルに変換されたRGB信号は、タイミング調整部83において、その出力タイミングが調整される。このように出力タイミングが調整されたRGB信号が後



段の色補間回路 9 に出力され、後段の各回路で各画素に応じた信号処理を行うことができる。

【0119】

尚、本実施形態において、固体撮像素子を画像信号からノイズ信号を減算することで素子内で画素バラツキを除去するように動作するものとし、F P N 補正回路において画像信号内に更に残存する F P N 成分を除去するようにしたが、固体撮像素子においてノイズ信号の読み出しを行うことなく、F P N 補正回路において画素バラツキなどにより発生する F P N 成分全てを除去するようにしても構わない。

【0120】

又、本実施形態において、複数種類の色フィルタを 1 つの固体撮像素子に設けた単板の固体撮像素子としたが、例えば、R G B の色フィルタ毎に固体撮像素子を備えた三板の固体撮像素子のように、同一の色フィルタが備えられた固体撮像素子を色フィルタの種類毎に備える構成としても構わない。又、本実施形態において、線形特性領域と対数特性領域とを含む光電変換特性を示すものについて説明したが、これに限らず、例えば、第 1 の線形変換特性から第 1 の線形変換特性とは傾きの異なる第 2 の線形変換特性に変化するようなものや、線形変換特性と対数変換特性以外の非線形変換特性とを含むものなどの、いわゆる適応型センサと呼ばれるものについて当てはまる。

【図面の簡単な説明】

【0121】

【図 1】は、本発明の実施形態である撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】は、固体撮像素子に設けられる色フィルタの配列を示す図である。

【図 3】は、コアリング回路におけるエッジ成分に対するレベル変換特性を示すグラフである。

【図 4】は、固体撮像素子の全体の構成を説明するための回路ブロック図。

【図 5】は、図 4 の固体撮像素子を構成する画素の一構成例を示す回路図である。

【図 6】は、図 5 の画素の動作を示すタイミングチャートである。

【図 7】は、被写体の輝度と画素の出力との関係を示すグラフである。

【図 8】は、A E ・ W B 評価値検出回路の内部構成の一例を示すブロック図である。

【図 9】は、全体制御部の内部構成を示すブロック図である。

【図 10】は、R G B 信号の輝度値と信号レベルとの関係を示すグラフである。

【図 11】は、W B 評価値演算部の動作を示すための図である。

【図 12】は、W B 評価値演算部の動作を示すための図である。

【図 13】は、A E ・ W B 評価値検出回路の内部構成の他の例を示すブロック図である。

【図 14】は、全体制御部のメモリ内に格納される R B 信号の光電変換特性の一例を示す図である。

【図 15】は、全体制御部のデータテーブルの生成手順の一例を機能ブロック図として示したものである。

【図 16】は、データテーブルの生成動作を説明するための図である。

【図 17】は、全体制御部のデータテーブルの生成手順の他の例を機能ブロック図として示したものである。

【図 18】は、光電変換特性の生成動作を説明するための図である。

【図 19】は、全体制御部のデータテーブルの生成手順の他の例を機能ブロック図として示したものである。

【図 20】は、光電変換特性の生成動作を説明するための図である。

【図 21】は、W B 制御回路の内部構成の一例を示すブロック図である。

【図 22】は、W B 制御回路における R G B 信号の入出力関係をを示すグラフである。

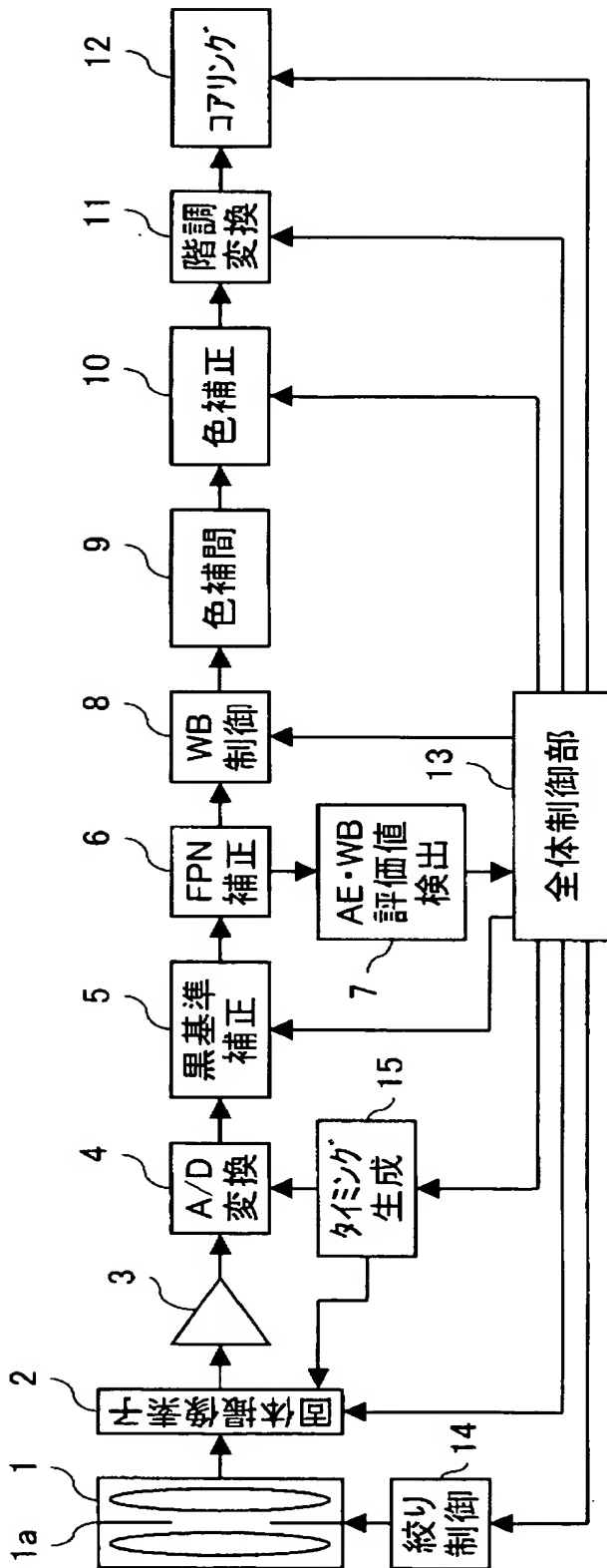
【図 23】は、W B 制御回路の内部構成の他の例を示すブロック図である。

【符号の説明】

【 0 1 2 2 】

- 1 光学系
- 2 固体撮像素子
- 3 アンプ
- 4 A D 変換回路
- 5 黒基準補正回路
- 6 F P N 補正回路
- 7 A E ・ W B 評価値検出回路
- 8 W B 制御回路
- 9 色補間回路
- 1 0 色補正回路
- 1 1 階調変換回路
- 1 2 コアリング回路
- 1 3 全体制御部
- 1 4 絞り制御部
- 1 5 タイミング生成回路

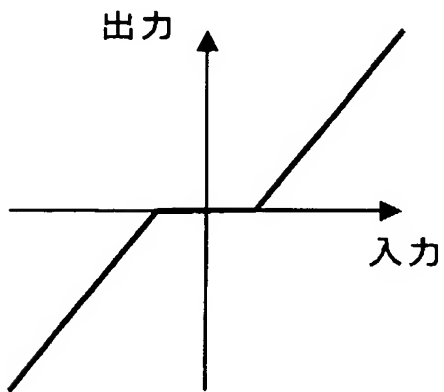
【書類名】 図面
【図 1】



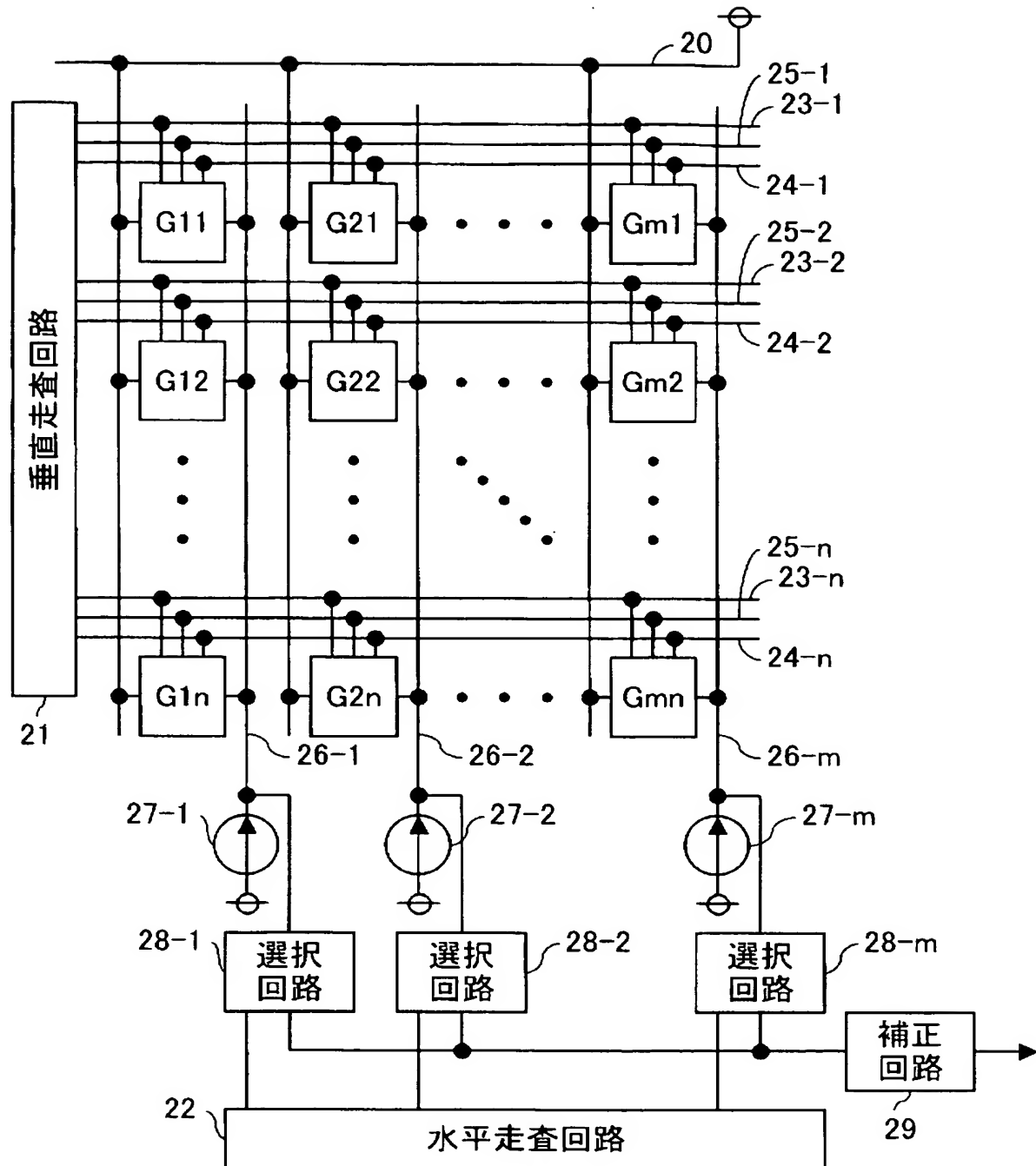
【図 2】

G11 (R)	G21 (G)	G31 (R)	G41 (G)
G12 (G)	G22 (B)	G32 (G)	G42 (B)
G13 (R)	G23 (G)	G33 (R)	G43 (G)
G14 (G)	G24 (B)	G34 (G)	G44 (B)

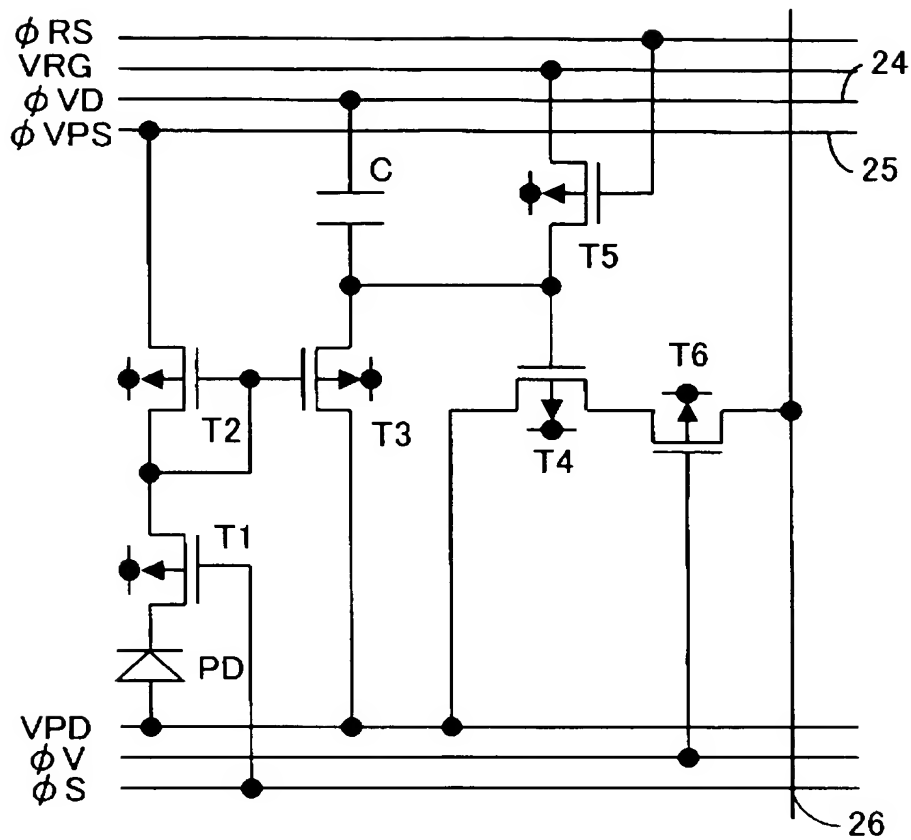
【図 3】



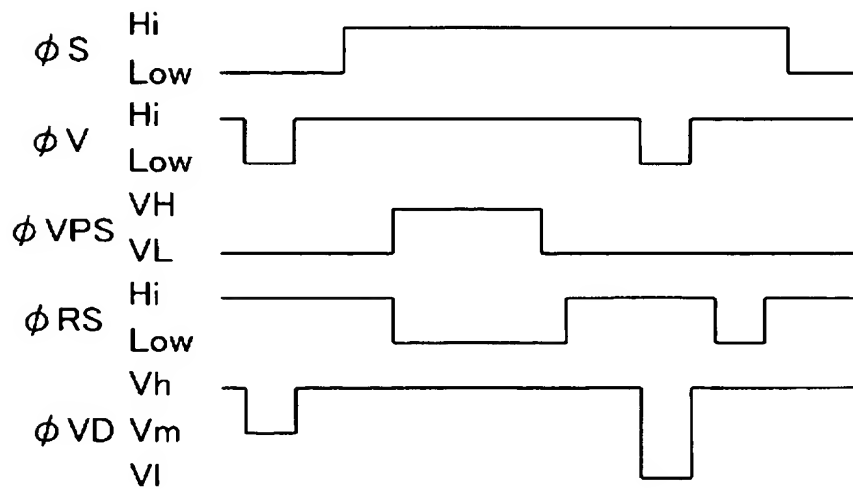
【圖 4】



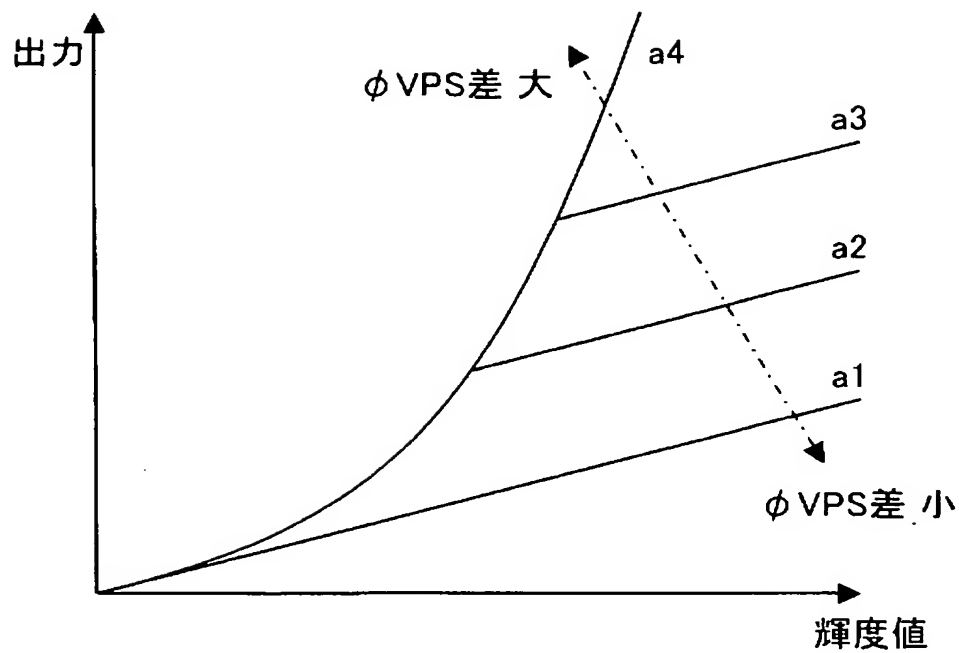
【図 5】



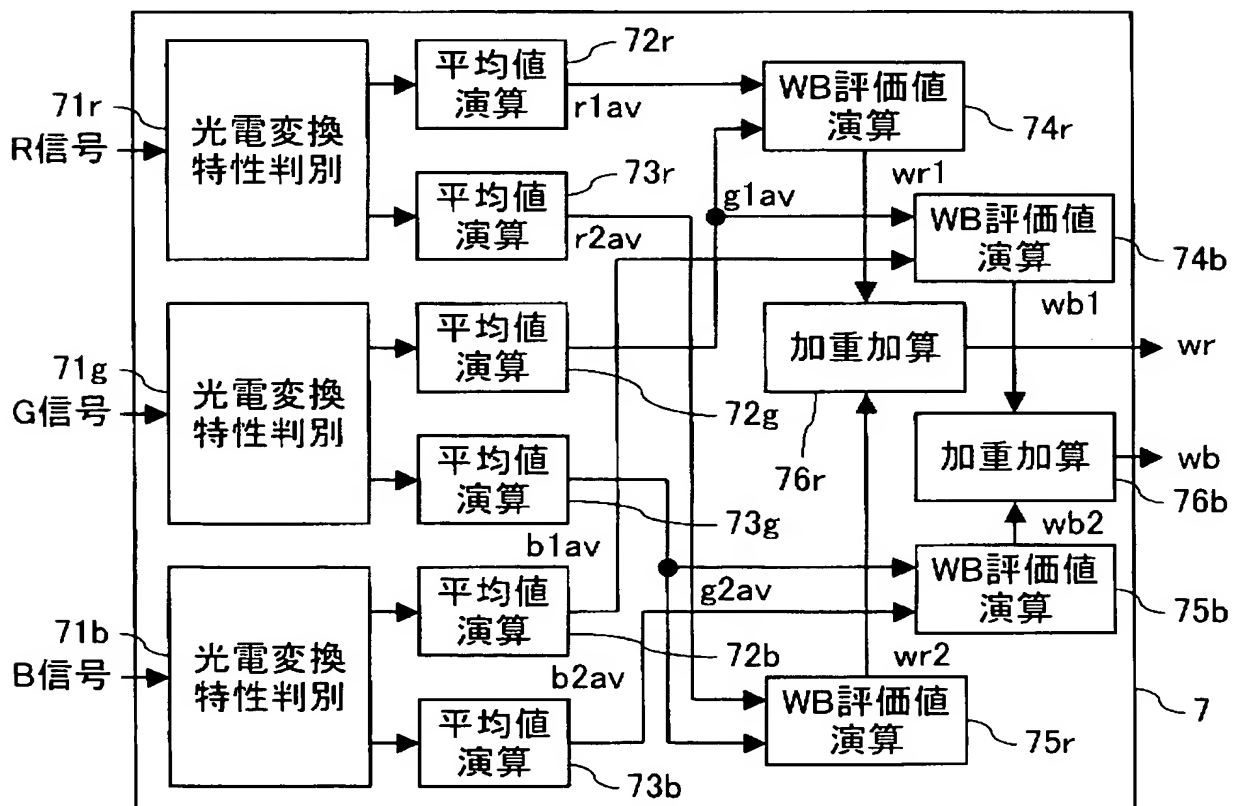
【図 6】



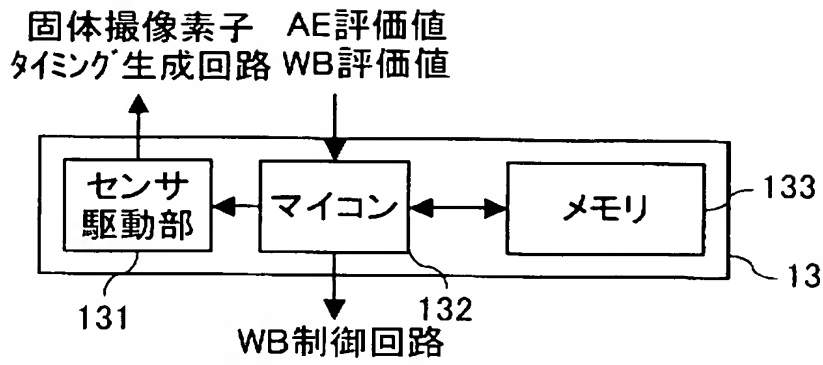
【図 7】



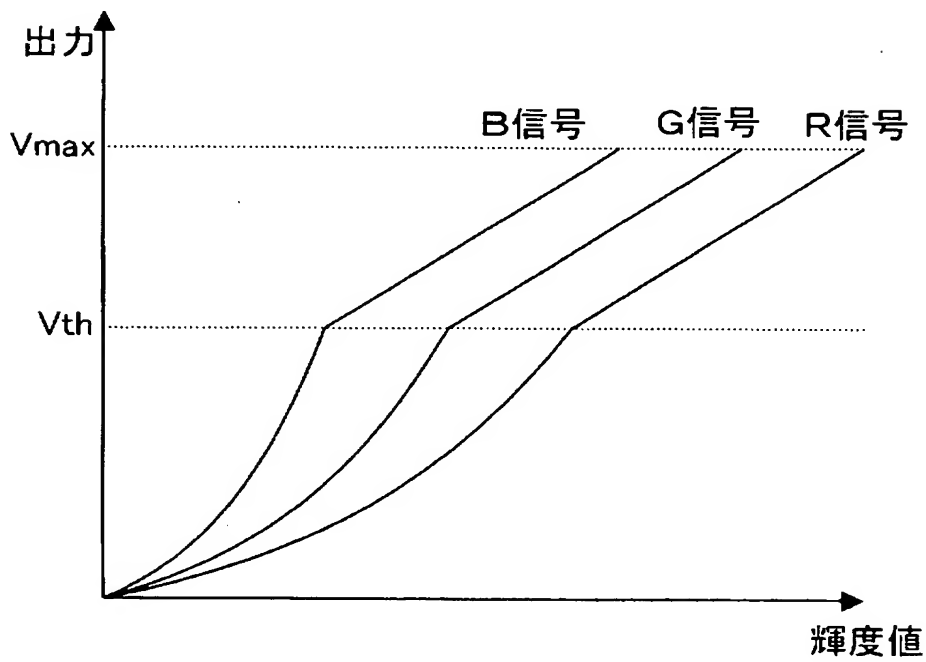
【図 8】



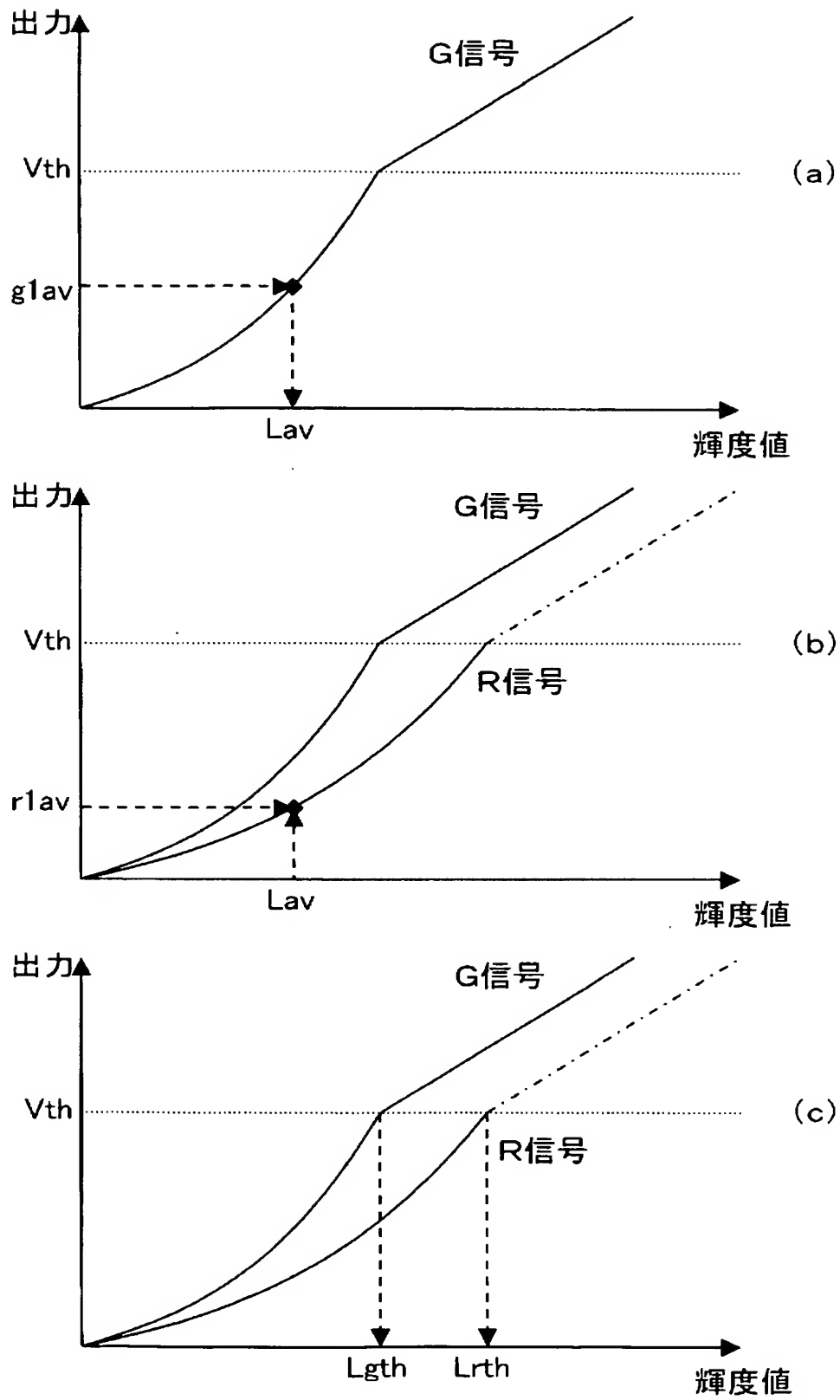
【図 9】



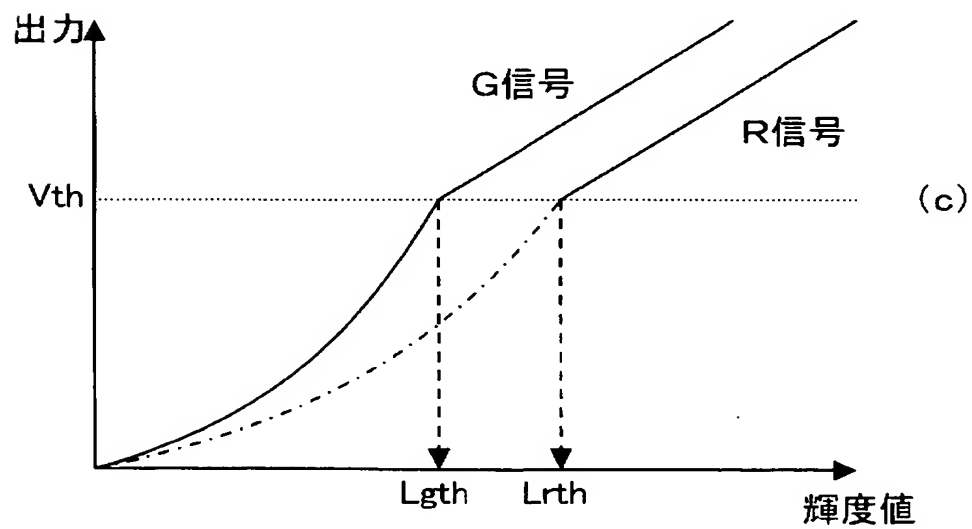
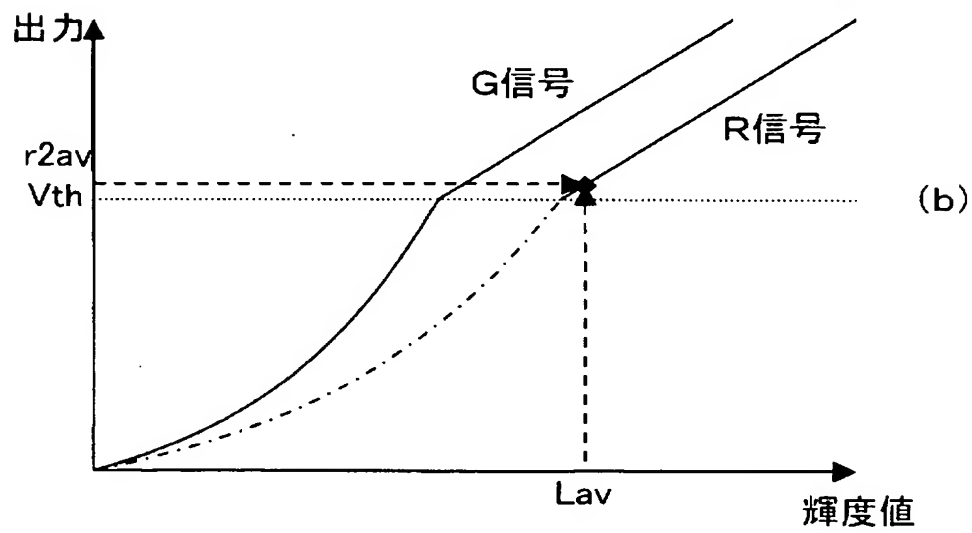
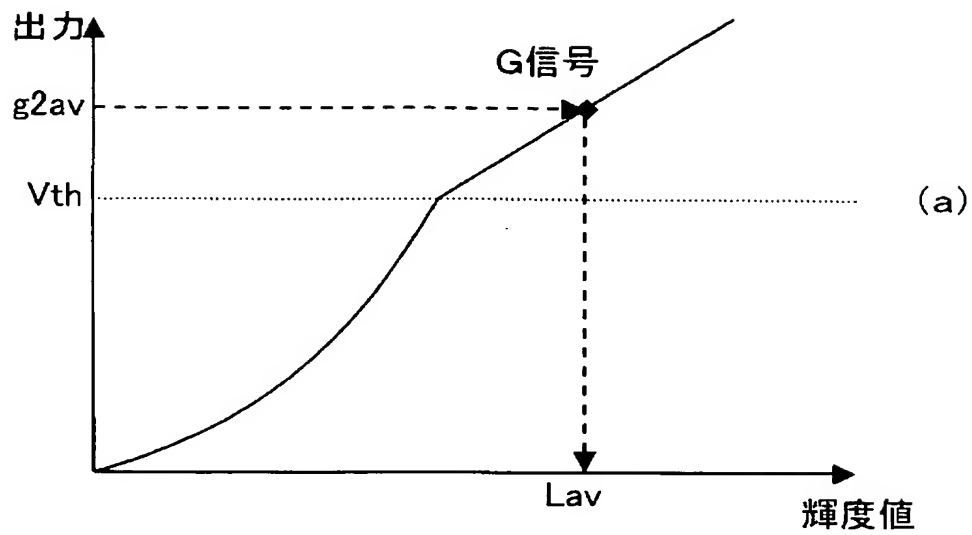
【図 10】



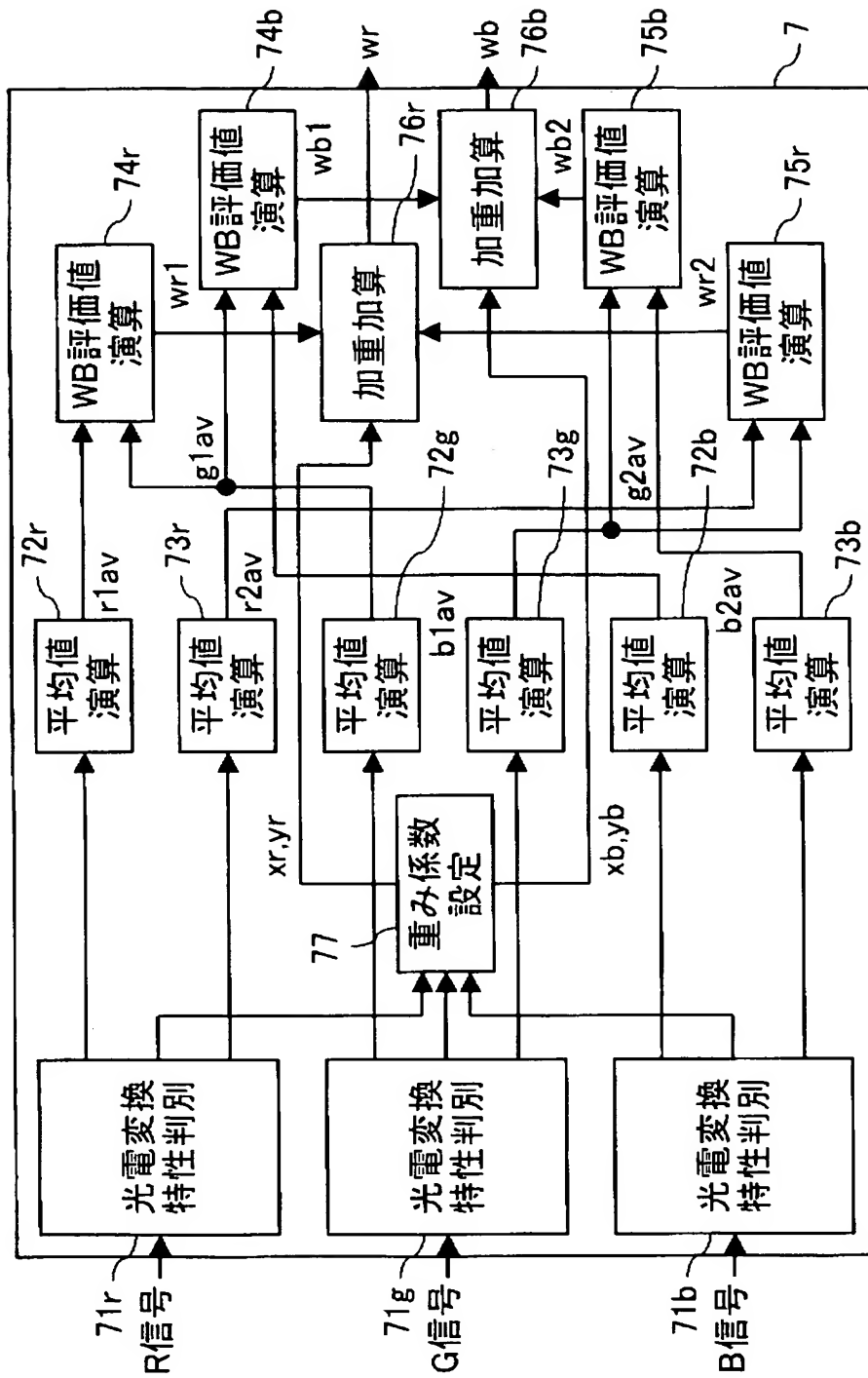
【図 11】



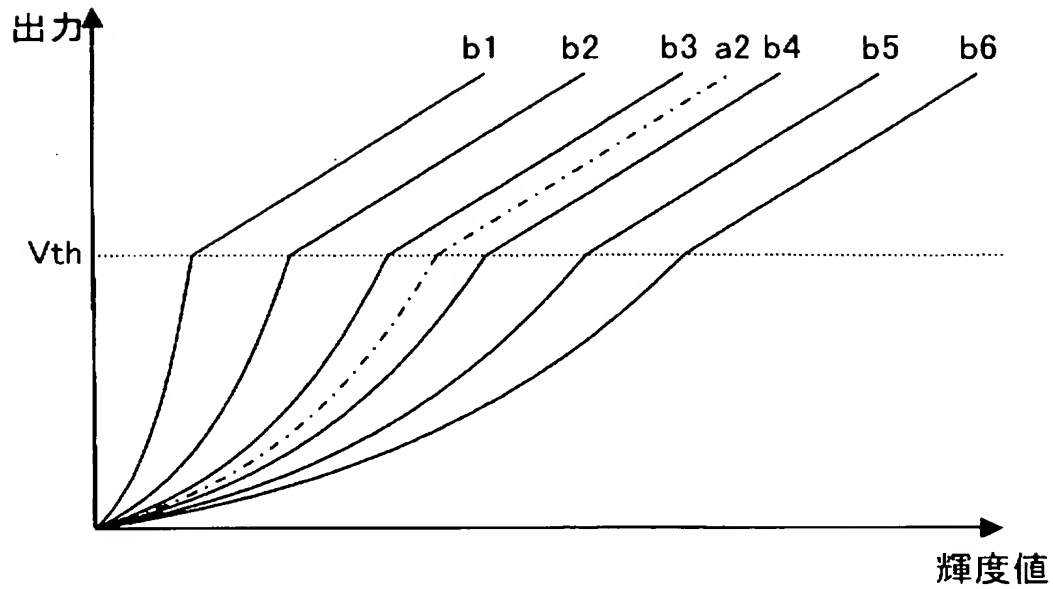
【図 12】



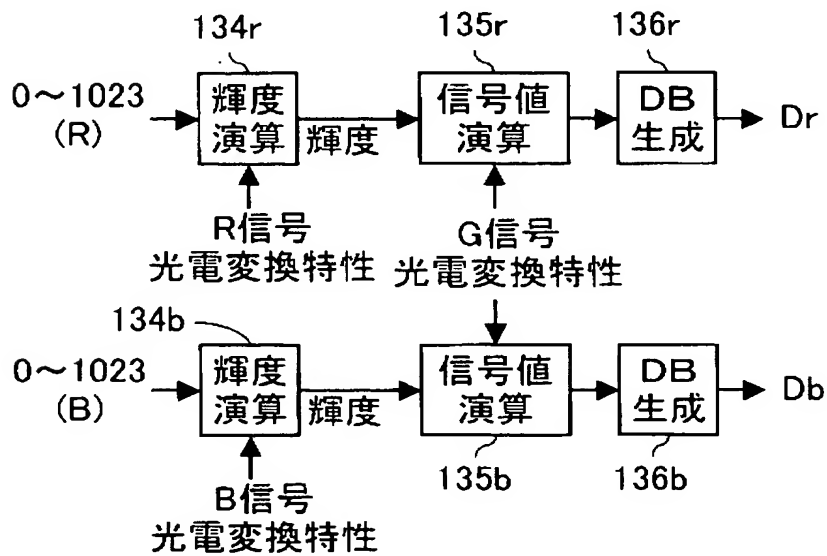
【図 13】



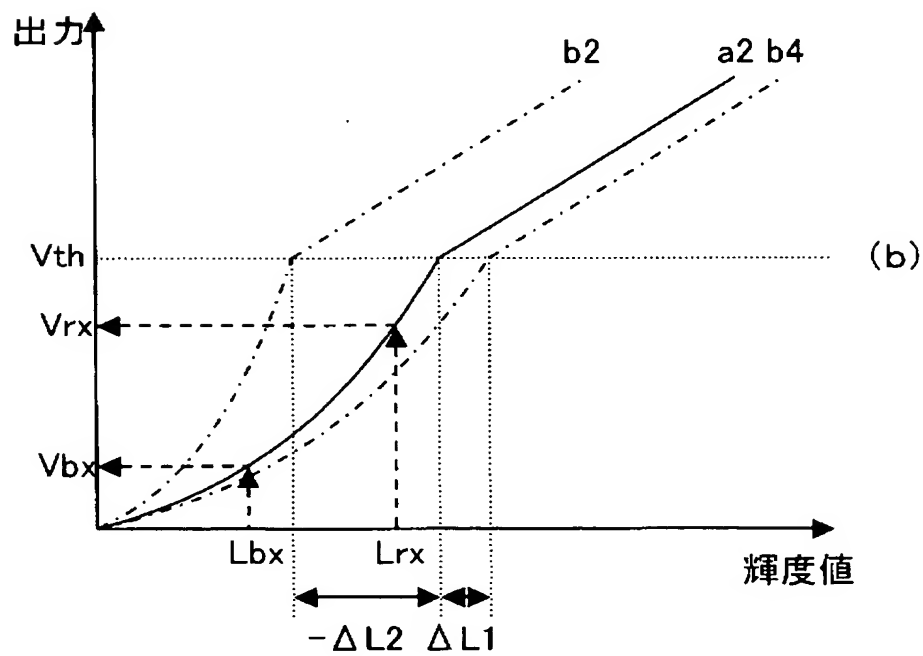
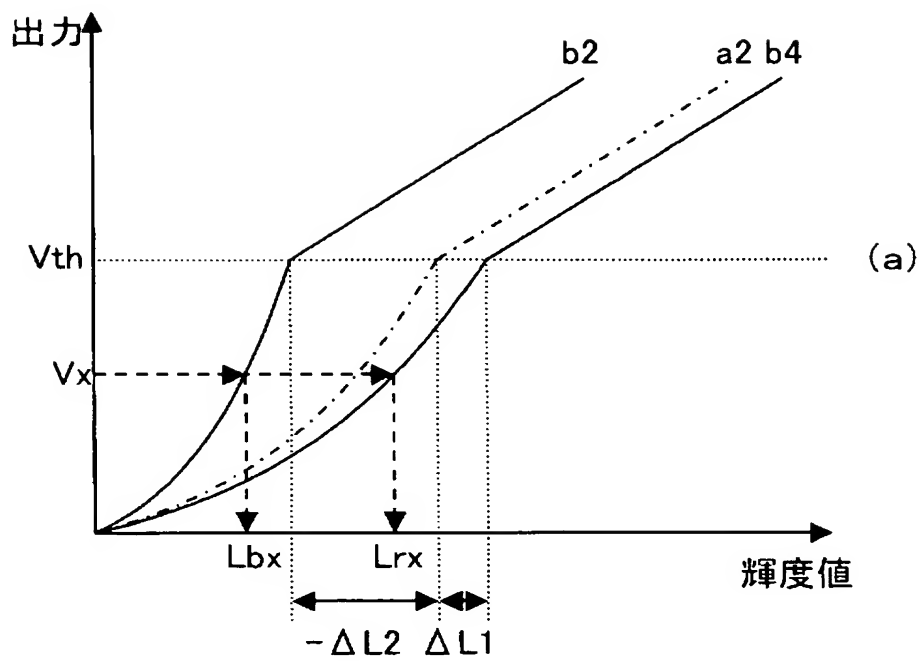
【図 14】



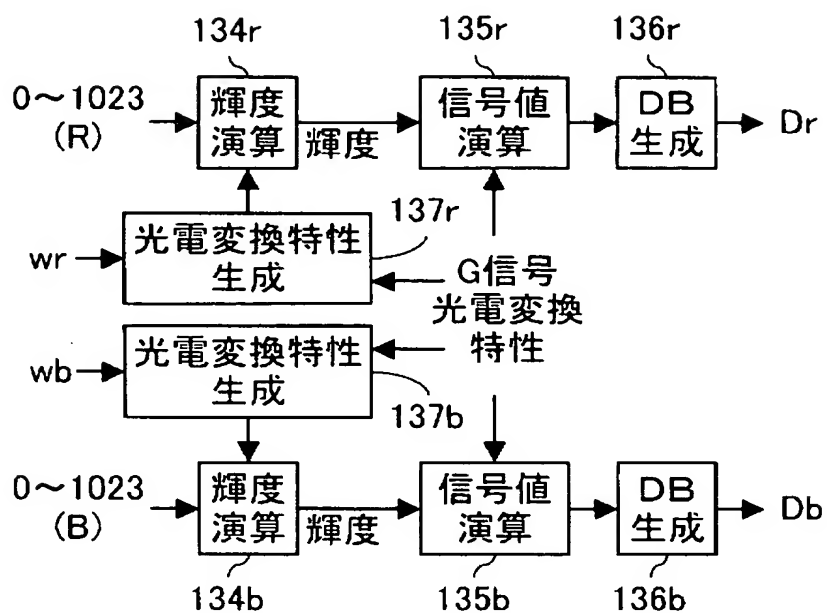
【図 15】



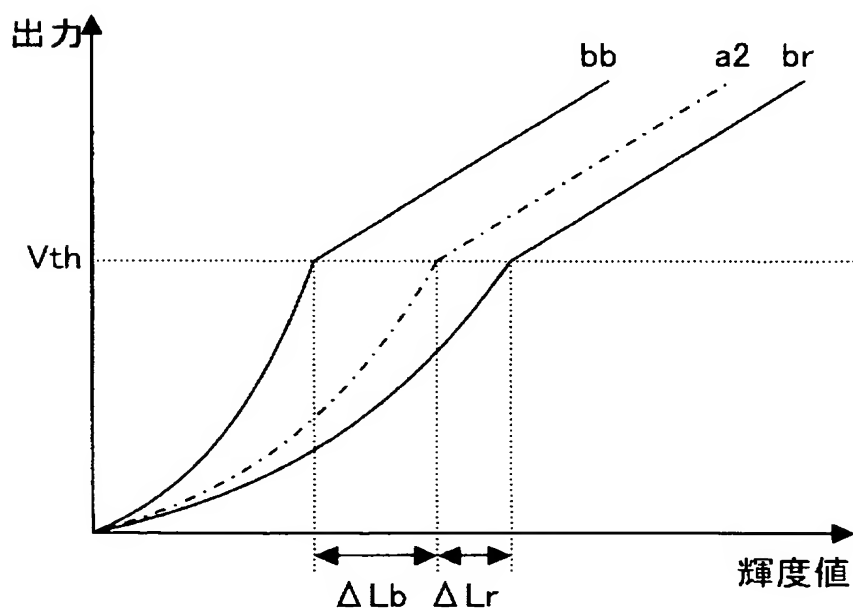
【図 16】



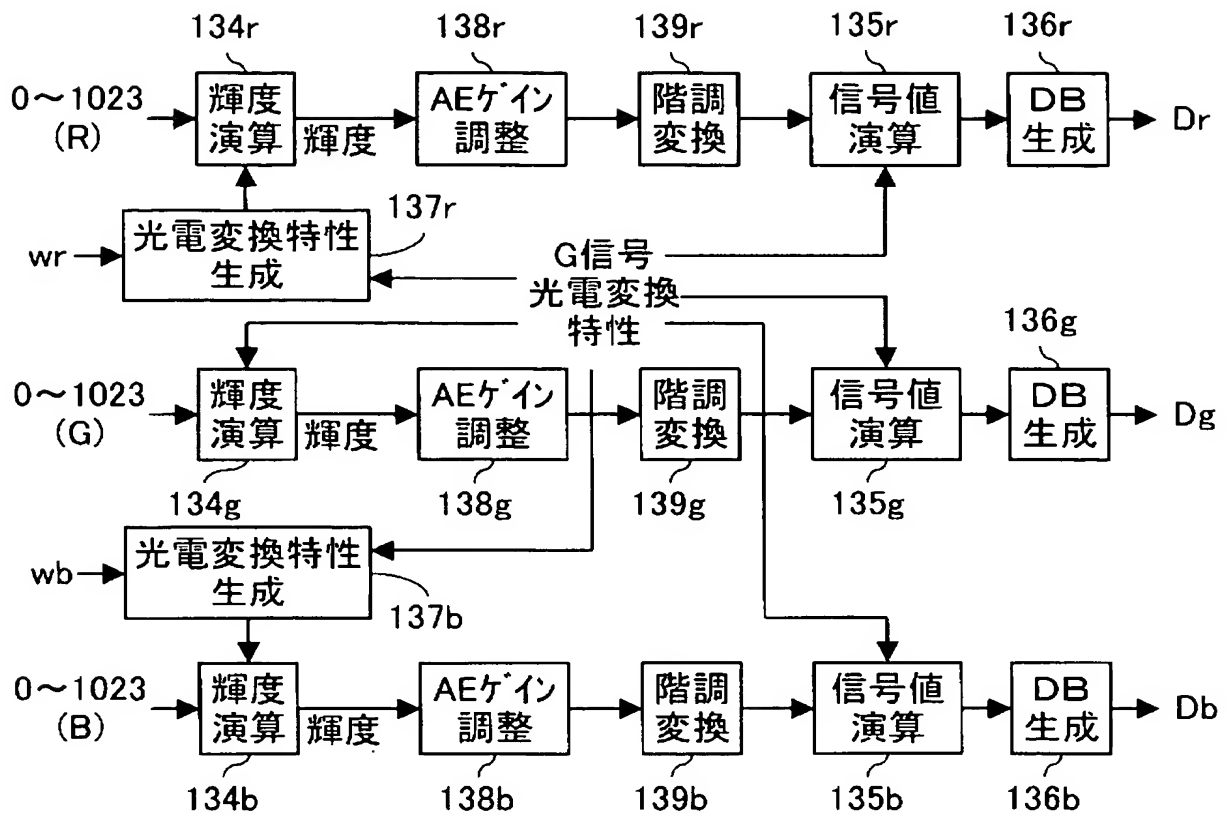
【図 17】



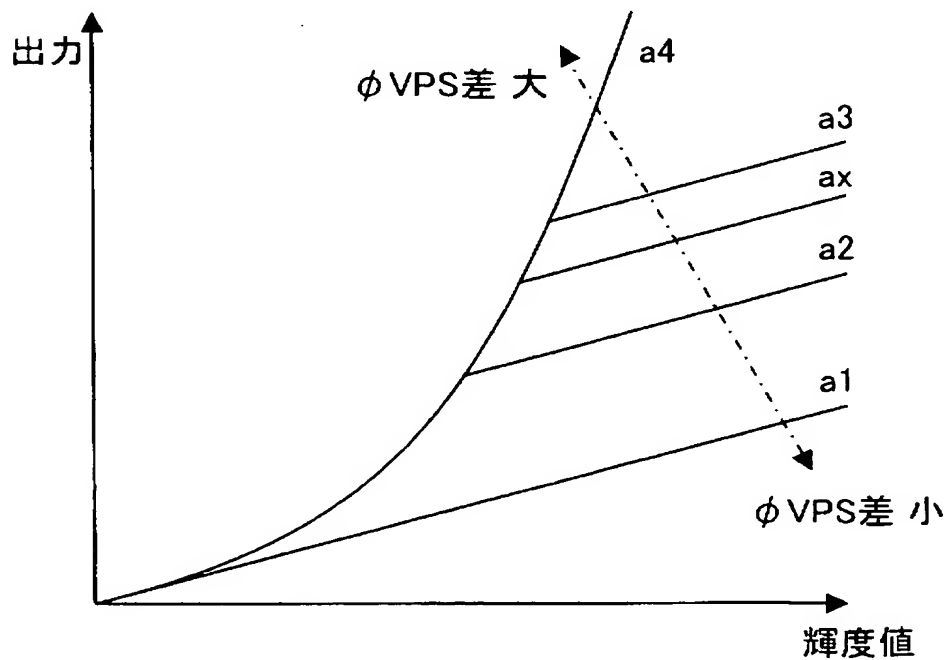
【図 18】



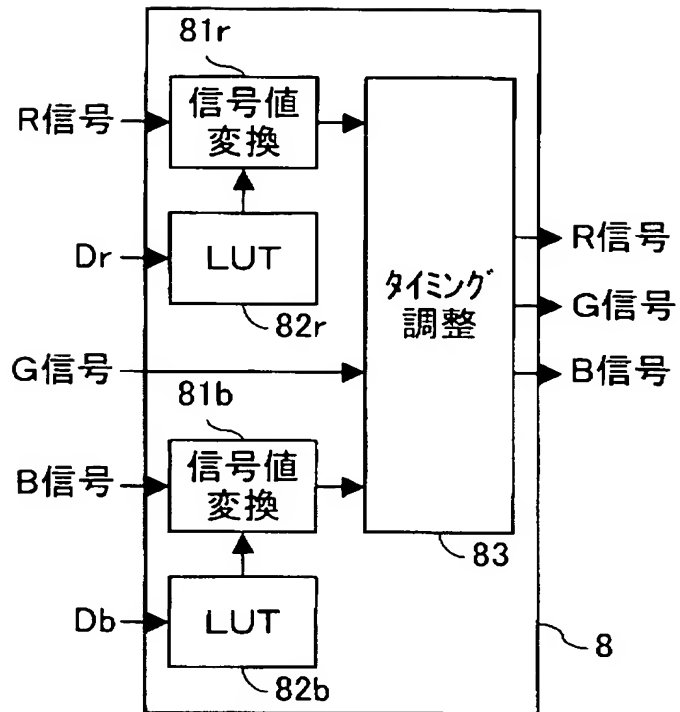
【図 19】



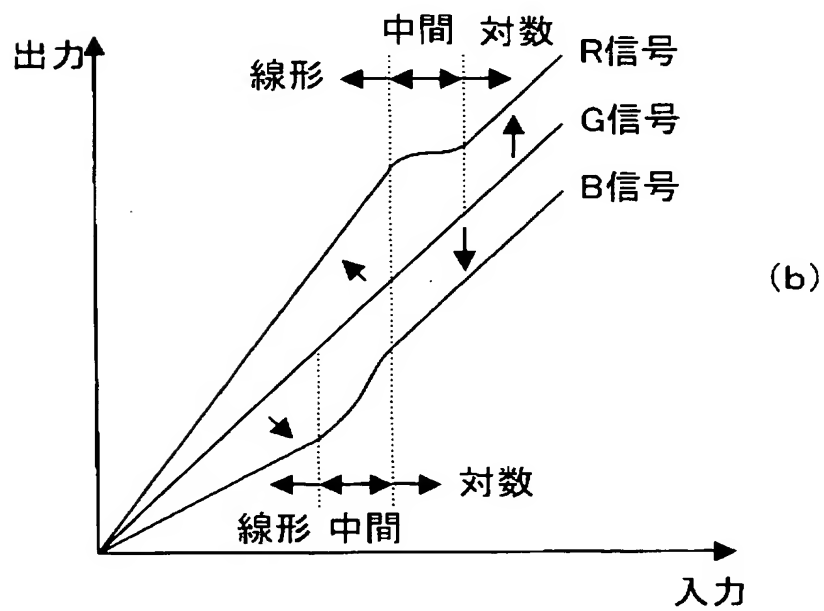
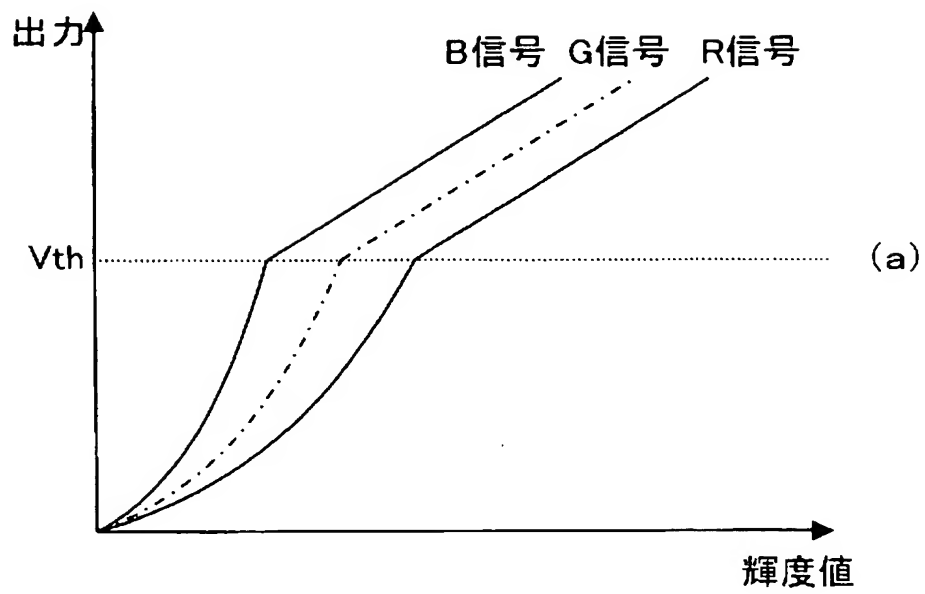
【図 20】



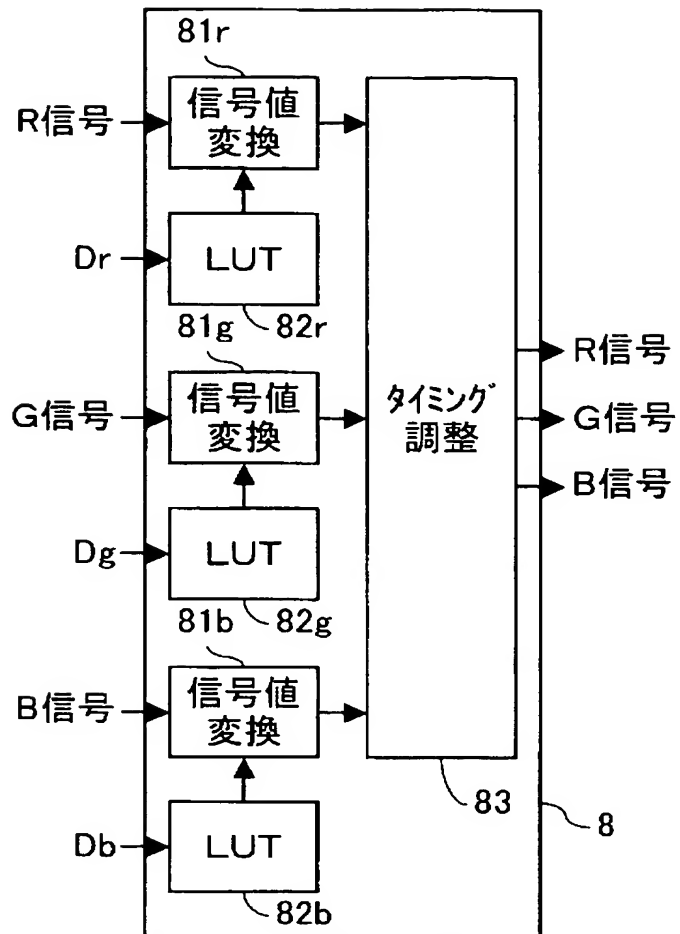
【図 21】



【図 22】



【図 23】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、その光電変換特性において線形変換特性と対数変換特性とが自動的に切り替わる固体撮像素子を備えるとき、いずれの特性により出力される信号に対してもホワイトバランス処理を行うことができる撮像装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 LUT82r, 82bそれぞれに、RG信号の光電変換特性により得られたデータベースDrと、GB信号の光電変換特性により得られたデータベースDbとが格納される。信号値演算部81r, 81bが、LUT82r, 82bそれぞれからデータベースDr, Dbを読み出して、R信号及びB信号それぞれに対してホワイトバランス処理を施す。

【選択図】 図21

特願 2 0 0 3 - 3 1 6 5 3 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 0 7 9]

1. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
新規登録

住 所
氏 名

大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル
ミノルタカメラ株式会社

2. 変更年月日
[変更理由]

1 9 9 4 年 7 月 2 0 日
名称変更

住 所
氏 名

大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社